

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-201122

(43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl.

F24F 6/04
 B01D 53/22
 B01D 63/02
 B01D 69/08
 F24F 6/00
 // H01M 8/04

(21)Application number : 2000-010974

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 19.01.2000

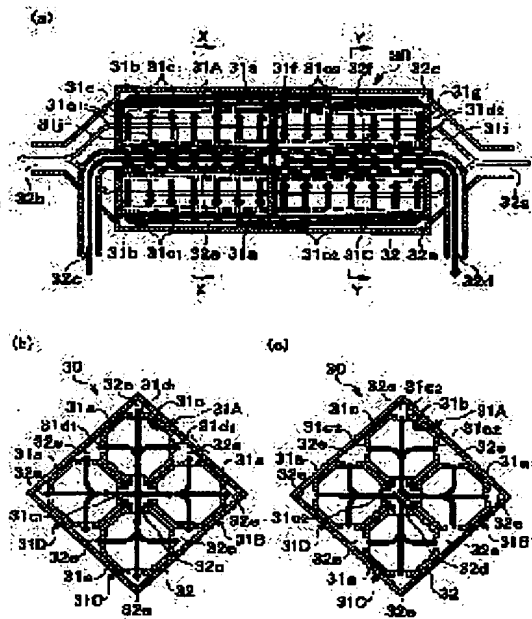
(72)Inventor : KATAGIRI TOSHIKATSU
 SHIMANUKI HIROSHI
 SUZUKI MIKIHIRO
 KUSANO YOSHIO

(54) HUMIDIFYING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve water recovery rate by constructing an apparatus such that water is satisfactorily exchanged, even at the end of hollow string bundle.

SOLUTION: A hollow string film bundle 21b, which is obtained by binding water permeable hollow string films disposed longitudinally of a housing 21a, are contained in the housing 21a. Drying air flows to the outside of the hollow string films and off gas flows to the inside of the hollow string film for water exchange to humidify the drying air. In the housing 21a, there are disposed perpendicularly in the direction of the off gas in which the direction the off gas flows to and the direction of the drying air in which direction the drying gas flows.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
 decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The humidification equipment which carries out the conduction of the gas from which a moisture content differs on many the insides and the outsides of a hollow fiber of water permeability, respectively, and is characterized by to be constituted so that it may be the direction where the direction as for which a gas with many moisture contents carries out conduction, and the direction a gas with few moisture contents carries out [a direction] conduction cross in the humidification equipment which performs moisture exchange between said gases and humidifies few desiccation gases of a moisture content.

[Claim 2] Humidification equipment according to claim 1 characterized by being the direction where said crossing direction intersects perpendicularly.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the humidification equipment using a hollow fiber in more detail about humidification equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the fuel cell attracts attention as a source of power of an electric vehicle etc. There is the so-called thing of a polymer electrolyte fuel cell in this fuel cell. In this solid-state macromolecule type of fuel cell, the humidification equipment which carries out moisture exchange of the moisture of the off-gas which is the humid gas discharged from the fuel cell at a desiccation gas is used. As humidification equipment used for such a fuel cell, what has few power consumption is suitable. moreover, an installation tooth space is small — so to speak, compactability is searched for. Therefore, although there are classes, such as ultrasonic humidification, steam humidification, evaporation type humidification, and nozzle injection, as humidification equipment, the thing using the hollow fiber as humidification equipment used for a fuel cell is used suitably.

[0003] There are some which were indicated by JP,7-71795,A as humidification equipment using the conventional hollow fiber. If this humidification equipment is explained using drawing 10, humidification equipment 100 has housing 101. The first tap hole 103 which discharges the first input 102 and desiccation air which introduce desiccation air is formed in housing 101, and the hollow fiber bundle 104 which consists of 5000 hollow fibers is contained in large numbers inside housing 101.

[0004] Moreover, fixed part 105,105' which fixes the both ends of the hollow fiber bundle 104 in the state of opening is prepared in the both ends of housing 101. The second input 106 which introduces humid air is formed in the outside of a fixed part

105, and the second tap hole 107 which discharges the humid air separated and removed in moisture by the hollow fiber bundle 104 is formed in the outside of fixed part 105'. Furthermore, fixed part 105,105' is covered with the second cylinder-head cover 108 and second cylinder-head cover 109, respectively. Moreover, the second input 106 is formed in the first cylinder-head cover 108, and the second tap hole 107 is formed in the second cylinder-head cover 109.

[0005] Thus, in the humidification equipment 100 using the constituted hollow fiber, if the inside of each hollow fiber which supplies humid air from the second input 106, and constitutes the hollow fiber bundle 104 is passed, it will be separated by the capillary action of a hollow fiber, and the moisture in humid air will penetrate the inside of the capillary tube of a hollow fiber, and will move to the outside of a hollow fiber. The humid air made to separate moisture is discharged from the second tap hole 107.

[0006] On the other hand, desiccation air is supplied from the first input 102. The desiccation air supplied from the first input 102 carries out conduction of the outside of the hollow fiber which constitutes the hollow fiber bundle 104. The moisture which you were made to separate from humid air is moving to the outside of a hollow fiber, and desiccation air is humidified by this moisture. And it is discharged by the humidified desiccation air from the first tap hole 103.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional humidification equipment 100 shown in drawing 10, the first input 102 which introduces desiccation air is formed in the location which came together in the center in the longitudinal direction of housing 101. For this reason, within housing 101, as a black arrow head shows, as for the desiccation air passing through the outside of the hollow fiber in the hollow fiber bundle 104 contained by housing 101, that most is flowing the longitudinal direction center section in housing 101. Therefore, in the area S and S which visited the edge in the hollow fiber bundle 104, since sufficient moisture exchange was not performed, there was a problem that water recovery will become low, to the water permeate flow in a hollow fiber.

[0008] Then, the technical problem of this invention is shown in aiming at improvement in water recovery by enabling it to perform moisture exchange enough also at the edge in a hollow fiber bundle.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Invention concerning claim 1 of this inventions which solved said technical problem is humidification equipment which carries out the conduction of the gas from which a moisture content differs on many the insides and

the outsides of a hollow fiber of water permeability, respectively, and is characterized by to be constituted so that it may be the direction where the direction as for which a gas with many moisture contents carries out conduction, and the direction a gas with few moisture contents carries out [a direction] conduction cross in the humidification equipment which performs moisture exchange between said gases and humidifies few desiccation gases of a moisture content. It comes out.

[0010] In invention concerning claim 1, it is the direction where the direction as for which a gas with many moisture contents (henceforth a "humid gas") carries out conduction, and the direction a gas (henceforth a "desiccation gas") with few moisture contents carries out [a direction] conduction cross. For this reason, on the whole ranging from the edge to a center section of housing, moisture exchange can be equally performed between a humid gas and a desiccation gas. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised. In addition, it is the semantics of extent of not being parallel to "the crossing direction" said to this invention. The include angle of the direction which specifically becomes 90 degrees or less of the angle of the direction as for which a humid gas carries out conduction, and the direction as for which a desiccation gas carries out conduction to make is not 0 degree, and makes proper include angles, such as 15 degrees, 30 degrees, 45 degrees, and 60 etc. degrees. Moreover, it does not need to specify especially this include angle. Moreover, the direction where a humid gas and a desiccation gas cross will be turned to, in order to carry out conduction, when a humid gas passes through the inside of a hollow fiber, a desiccation gas turns to the direction which intersects a hollow fiber, conduction will be carried out, for example, a desiccation gas path will be formed. On the other hand, it becomes the reverse when a desiccation gas carries out conduction of the inside of a hollow fiber.

[0011] Invention concerning claim 2 is humidification equipment according to claim 1 characterized by being the direction where said crossing direction intersects perpendicularly.

[0012] In invention concerning claim 2, conduction of the direction where a humid gas and a desiccation gas intersect perpendicularly is turned to and carried out. If it puts in another way, as for this direction that intersects perpendicularly, the direction as for which a humid gas carries out conduction, and the direction a desiccation gas carries out [a direction] conduction will make 90 degrees. Thus, the direction where a humid gas and a desiccation gas intersect perpendicularly is turned to, and since conduction is carried out, ranging from the edge to a center section of the longitudinal direction of a hollow fiber, moisture exchange can be performed between a humid gas

and a desiccation gas overall still more equally. Therefore, the water recovery as the whole can be raised further.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is concretely explained with reference to a drawing. The whole fuel cell system configuration and operation to which the humidification equipment which is the explanatory view [—izing / the configuration of a fuel cell / drawing 2 /, and / with the explanatory view / the ** type], and which is first applied to the gestalt of operation of this invention with reference to drawing 1 is applied are explained. [drawing 1] [the whole fuel cell system block diagram]

[0014] The fuel cell system FCS consists of the fuel cell 1 of a solid-state macromolecule mold, humidification equipment 2, vapor-liquid-separation equipment 3, an air compressor 4, a combustor 5, the fuel evaporator 6, a reforming machine 7, a CO removal machine 8, water, methanol mixed liquor storage tank (henceforth "tank") T, etc.

[0015] The interior of a fuel cell 1 is divided into oxygen pole side 1a and hydrogen pole side 1b, the humidification air as oxidizing agent gas is supplied to oxygen pole side 1a, and the hydrogen-rich gas as fuel gas is supplied to hydrogen pole side 1b. And it generates electricity by carrying out the chemical reaction of hydrogen and the oxygen through an electrolyte membrane, and taking out electrical energy from chemical energy.

[0016] Humidification air is generated by compressing and humidifying the air which is a desiccation gas. Here, an air compressor 4 performs compression of air and humidification equipment 2 performs humidification. Although made by exchanging moisture between the off-gas which humidification of the air in humidification equipment 2 is discharged from oxygen pole side of fuel cell 1 1a, and contains moisture so much, and the air in which only small quantity contains moisture relatively, this point is later explained to a detail.

[0017] On the other hand, fuel gas generates the mixed liquor of the water which is a original fuel, and a methanol by performing evaporation, reforming, and CO removal. Here, evaporation of a original fuel is the fuel evaporator 6, reforming is the reforming machine 7 and CO removal machine 8 performs CO removal.

[0018] The original fuel stored in Tank T is supplied to the fuel evaporator 6 through Pump P, the original fuel gas which evaporated with the fuel evaporator 6 is supplied to the reforming machine 7, and the fuel gas by which reforming was carried out with the reforming vessel 7 is supplied to CO removal machine 8. In addition, with the

reforming vessel 7, steam reforming and partial oxidation of a methanol are performed under existence of a catalyst. Moreover, with CO removal vessel 8, selective oxidation is performed under existence of a catalyst and CO is converted into CO₂. CO removal machine 8 consists of two, a No.1CO removal machine and a No.2CO removal machine, in order to reduce the concentration of CO as much as possible. Moreover, the air for selective oxidation is supplied to CO removal machine 8 from an air compressor 4.

[0019] In addition, although the off-gas of hydrogen pole side 1b containing the off-gas and the unused hydrogen of oxygen pole side 1a which contains so much the water which is a resultant occurs in coincidence from a fuel cell 1, after the off-gas of oxygen pole side 1a is used for humidification of air with a humidifier 2 as aforementioned, it is mixed with the off-gas of hydrogen pole side 1b, and moisture is removed by vapor-liquid-separation equipment 3. And the off-gas with which moisture was removed burns with a combustor 5, and is used as a heat source of the fuel evaporator 6. In addition, an auxiliary fuel and air, such as a methanol, are supplied, the lack of a heating value of the fuel evaporator 6 is compensated, or warming up at the time of starting of the fuel cell system FCS is performed to a combustor 5.

[0020] Next, with reference to drawing 2, the configuration and operation of a fuel cell which make the nucleus of a fuel cell system are explained. And it has expressed it as a single cel of one sheet (a fuel cell 1 is constituted in fact as a layered product which carried out the laminating of the about 200 single cels). [the fuel cell 1 in this drawing 2] [that configuration] [a ** type]

[0021] As shown in drawing 2, it is divided into oxygen pole side 1a and hydrogen pole side 1b on both sides of an electrolyte membrane 13, the electrode which included the catalyst of a platinum system in the each side is prepared, and the fuel cell 1 forms the oxygen pole 12 and the hydrogen pole 14. and the hydrogen which conduction of the humidification air humidified with humidification equipment 2 as oxidizer gas was carried out to the oxygen pole side gas passageway 11, and was generated from the original fuel in the hydrogen pole side gas passageway 15 — conduction of the rich fuel gas is carried out. The thing using the perphloro carbon sulfonic-acid film which is a solid-state poly membrane, for example, the proton exchange film, as an electrolyte membrane 13 as an electrolyte is known. By having and carrying out the saturation water of many proton exchange groups into a solid-state macromolecule, in ordinary temperature, this electrolyte membrane 13 shows the low specific resistance below 20ohm-proton, and functions as a proton conductive electrolyte. Therefore, the proton which hydrogen ionized and generated on the hydrogen pole 14 under existence of a catalyst moves easily in the inside of an electrolyte membrane 13, and

arrives at the oxygen pole 12. And the proton which arrived at the oxygen pole 12 reacts immediately with the oxygen ion generated from the oxygen under existence of a catalyst and in humidification air, and generates water. The generated water is discharged from the outlet of oxygen pole side 1a of a fuel cell 1 with humidification air as off-gas which is a humid gas. In addition, although electronic e^- generates on the hydrogen pole 14 in case hydrogen ionizes, this generated electronic e^- arrives at the oxygen pole 12 via the external loads M, such as a motor.

[0022] Thus, a fuel cell 1 is supplied by making humidified humidification air into oxidizer gas because the proton conductivity in an electrolyte membrane 13 will become low and generating efficiency will fall, if an electrolyte membrane 13 dries. Therefore, in the fuel cell system FCS which uses the fuel cell 1 of a solid-state macromolecule mold, humidification has an important meaning.

[0023] Then, the concrete configuration of the humidification equipment applied to this invention with reference to drawing 3 and drawing 4 is explained. In addition, in drawing 3 thru/or drawing 9, a white arrow head shows the flow of off-gas, and a black arrow head shows the flow of dry air (humidification air). The perspective view of the humidification equipment which drawing 3 (a) requires for this invention, and (b) are the plane section Fig. As shown in drawing 3, the humidification equipment 2 concerning this invention has three hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C which are the same structures, and these three hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C are arranged and contained by juxtaposition in the case 22.

[0024] If the structure of these hollow fiber modules is explained with reference to drawing 4, the hollow fiber module 21 has rectangular parallelepiped-like housing 21a, and hollow fiber bundle 21b which consists of thousands of hollow fibers of water permeability allotted along with that longitudinal direction in this housing 21a is contained. The off-gas which is the humid gas of this invention carries out conduction of the inside of this hollow fiber, and the dry air which is a desiccation gas carries out conduction of that outside.

[0025] Furthermore, two or more dry air input 21c1, 21c1, and 21c1 estrange the field of the near side in the longitudinal direction right-hand side one half of housing 21a to the longitudinal direction of housing 21a, and it is formed. The thing of the longitudinal direction of housing 21a currently formed most outside is formed near the edge of housing 21a among these dry air input 21c1, 21c1, and 21c1. For this reason, conduction of the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber, and the dry air used as the desiccation gas which flows from the dry air input 21c1, 21c1, and 21c1 is carried out in the direction which intersects perpendicularly.

Therefore, dry air can be supplied almost equally over the whole hollow fiber bundle 21b in housing 21a. In addition, it means potting sections [which are mentioned later / 21f and 21g] near its **** near the edge of housing 21a here. Moreover, as a concrete value "near the edge", it can consider as the location of 1cm from an edge. Or it can consider as the location of 3cm from an edge, or can consider as proper locations, such as a location of 5cm and 10cm. Furthermore, since the dry air input 21c1 and 21c1 — can supply a desiccation gas having formed also in the longitudinal direction center section of housing 21a more equally [direction], they are suitable.

[0026] Moreover, 1 [21d / of two or more dry air tap holes where dry air flows out /d / 1 or 21d / 1 or 21d] is formed in the field which counters the field in which the dry air input 21c1, 21c1, and 21c1 are formed. furthermore, in the field in which it is the left half of housing 21a, and 1 [21d / of dry air tap holes /d / 1 or 21d / 1 or 21d] is formed 2 [21d / of two or more dry air tap holes where dry air flows out /d / 2 or 21d / 2 or 21d] is formed in the field which counters the field in which the dry air input 21c2 where dry air flows, 21c2, and 21c2 are formed in, and the dry air input 21c2, 21c2, and 21c2 are formed.

[0027] Such dry air input 21c2, 21c2 —, 21d [of dry air tap holes] 1 or 21d1—, and the thing of a longitudinal direction [in / respectively / on 21d 2 or 21d2 — and / housing 21a] located most outside are formed near the edge of housing 21a.

[0028] Moreover, potting is carried out, as hollow fiber bundle 21b contained by housing 21a prepares the hollow fiber of water permeability which has a hollow path in potting section 21e and a center section at the end section of a longitudinal direction and prepares 21g of potting sections in 21f of potting sections, and the other end in a thousands of bundle. Moreover, the outside of the hollow fiber in the part surrounded in the outside of the hollow fiber in the part surrounded in housing 21a and the potting sections 21e and 21f and housing 21a, and the potting sections 21f and 21g is maintained at the airtight condition, respectively. In this way, since the inside of housing 21a is divided with 21f of potting sections, he is trying, as for the dry air which passes through the outside of an inner hollow fiber, for left-hand side or its thing [moving directly conversely] not to exist from right-hand side into housing 21a. Such a hollow fiber module 21 inserts the bundle of the hollow fiber of a predetermined number in housing 21a, and after carrying out adhesion immobilization of near the both ends enough with adhesives and forming the potting sections 21e, 21f, and 21g, it is created by carrying out cutting removal of the bundle of a hollow fiber along the both ends of housing 21a.

[0029] While off-gas input 21i for introducing off-gas is formed, off-gas tap hole 21j

out of which off-gas flows into the other end is formed in the end section of this housing 21a. The off-gas which flowed from off-gas input 21i flows out of off-gas tap hole 21j through the inside of the hollow fiber contained by housing 21a.

[0030] Moreover, as shown in drawing 3, off-gas outlet 22b out of which off-gas inlet-port 22a and off-gas with which off-gas flows flow into the case 22 where three hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C were contained is formed. Furthermore, 22d of humidification air outlets out of which the humidification air which comes to humidify dry air inlet-port 22c and dry air which flow dry air flows into a case 22 is formed.

[0031] Moreover, as shown in drawing 3 (b), off-gas inlet-port 22a is open for free passage to off-gas inlet-port path 22e. Each end section of the hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C is arranged at this off-gas inlet-port path 22e, and the off-gas input 21i, 21i, and 21i of the hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C is open for free passage to off-gas inlet-port path 22e, respectively. From this off-gas inlet-port path 22e, off-gas flows in the hollow fiber of the hollow fiber modules 21A and 21B and the hollow fiber bundles 21b, 21b, and 21b contained in 21C.

[0032] furthermore, each of the hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C -- 22f of off-gas outlet paths is formed in the edge side, and the off-gas tap holes 21j, 21j, and 21j of the hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C are open for free passage to 22f of off-gas outlet paths. Conduction of the off-gas which carried out conduction of the interior of the hollow fiber in the hollow fiber modules 21A and 21B and the hollow fiber bundles 21b, 21b, and 21b contained in 21C, respectively is carried out to 22f of off-gas outlet paths. Moreover, 22f of off-gas outlet paths is open for free passage to 22d of off-gas outlets, and the off-gas which carried out conduction of the 22f of the off-gas outlet paths is discharged from 22d of off-gas outlets.

[0033] On the other hand, in the right half part of a case 22, dry air inlet-port 22c into which dry air is introduced is open for free passage with the dry air input 21c1 in hollow fiber module 21C arranged most near this dry air inlet port 22. Moreover, the hollow fiber modules 21B and 21C are arranged so that 1 and the dry air input 21c1 in hollow fiber module 21B arranged in the location of middle may be [21d of dry air input in hollow fiber module 21C] open for free passage. Moreover, the hollow fiber modules 21B and 21A are also in the same physical relationship. 1 is [21d of dry air input in hollow fiber module 21A arranged in the most distant location from dry air inlet-port 22c] open for free passage on 22g of dry air clinch ways formed in the case 22. On 22g of this dry air clinch way, the direction dry air carries out [a direction] conduction is reversed.

[0034] Moreover, in the left half part in a case 22, 22g of dry air clinch ways and the

dry air input 21c2 in hollow fiber module 21A are open for free passage. Moreover, 2 and dry air input 21c in hollow fiber module 21B have faced each other 21d of dry air tap holes in hollow fiber module 21A. Moreover, the hollow fiber modules 21B and 21C are also in the same physical relationship as the hollow fiber modules 21A and 21B.

[0035] In this way, the dry air which flowed from dry air inlet-port 22c in a case 22 flows into 22g of dry air clinch ways through the inside of the hollow fiber modules 21A and 21B and 21C. In the meantime, dry air constitutes the desiccation gas path of this invention which carries out conduction in the direction which intersects perpendicularly with the hollow fiber bundles 21b, 21b, and 21b in the hollow fiber modules 21A and 21B and 21C. Moreover, conduction of the dry air turned up on 22g of dry air clinch ways is similarly carried out along the direction which intersects perpendicularly with the hollow fiber bundles 21b, 21b, and 21b into the hollow fiber modules 21A and 21B and 21C.

[0036] Next, an operation of the humidification equipment 2 applied to this invention with reference to drawing 3 and drawing 4 is explained. As shown in drawing 3, the off-gas shown by the white arrow head flows into humidification equipment 2 from off-gas input 22a of a case 22. The off-gas which flowed into the case 22 arrives at the off-gas inlet ports 21i, 21i, and 21i of the hollow fiber modules 21A, 21B, and 21C via off-gas inlet-port path 22e. The off-gas which flowed in the hollow fiber modules 21A and 21B and 21C through these off-gas inlet ports 21i, 21i, and 21i branches towards each hollow fiber in the hollow fiber bundles 21b, 21b, and 21b, and carries out conduction of that inside.

[0037] The off-gas which carried out conduction of the inside of a hollow fiber escapes from each hollow fiber, comes out, arrives at the off-gas outlets 21j, 21j, and 21j, and is discharged from the off-gas exhaust ports 21j, 21j, and 21j. The off-gas discharged from the off-gas exhaust ports 21j, 21j, and 21j carries out conduction of the 22f of the off-gas outlet paths of a case 22, and reaches off-gas tap hole 22b. Then, off-gas faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part which it is discharged from off-gas tap hole 22b, and is shown in drawing 1.

[0038] On the other hand, the dry air shown by the black arrow head goes into humidification equipment 2 from dry air input 22c of a case 22, and is introduced in a right half hollow fiber module 21C side from the dry air input 21c1 formed in the left half side of hollow fiber module 21C arranged most near the dry air input 22c. The dry air introduced in the left half hollow fiber module 21C side is in hollow fiber module 21C, carries out conduction of the outside of a hollow fiber in the direction of a short hand, and is discharged from 1 21d of dry air exhaust ports.

[0039] Now, to dry air carrying out conduction in the direction of a short hand of hollow fiber module 21C, conduction of the off-gas is carried out to the longitudinal direction of hollow fiber module 21C, and conduction of a desiccation gas and the off-gas is carried out, intersecting perpendicularly. For this reason, a desiccation gas can fully perform moisture exchange between off-gas. Therefore, it contributes to improvement in water recovery.

[0040] Here, since the right half and the left half are made the airtight condition by 21f of potting sections, dry air does not move the inside of hollow fiber module 21C to left-hand side directly from right-hand side within hollow fiber module 21C.

[0041] When dry air carries out conduction of the inside of hollow fiber module 21C, dry air carries out conduction of the outside of a hollow fiber, off-gas is carrying out conduction inside the hollow fiber, and moisture is separated from off-gas by the hollow fiber. The dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is humidified by this separated moisture.

[0042] If this point is explained further, conduction of the off-gas containing many moisture will be carried out inside a hollow fiber, and conduction of the dry air which does not contain a little moisture relatively [outside] will be carried out. Then, in the inside of a hollow fiber, the moisture in off-gas condenses and, outside, moisture evaporates by dry air. The moisture of the off-gas condensed from the inside of a hollow fiber inside towards the outside to coincidence is supplied by capillarity. Thereby, humidification of the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is performed. That is, in a hollow fiber, water transparency (water separation) is performed by making into driving force the difference of the moisture content of the gas which carries out conduction of the inside and the outside of a hollow fiber.

[0043] The dry air discharged from 1 21d of dry air exhaust ports of hollow fiber module 21C flows in hollow fiber module 21B from the dry air input 21c1 of hollow fiber module 21B arranged right in the middle. Within hollow fiber module 21B, moisture exchange is performed like the inside of hollow fiber module 21C, and it is discharged from 1 21d of dry air exhaust ports in hollow fiber 21B. The dry air discharged from hollow fiber module 21B passes through the inside of hollow fiber module 21A similarly, and is discharged from 1 21d of dry air exhaust ports of hollow fiber module 21A.

[0044] The dry air discharged from 1 21d of dry air exhaust ports of hollow fiber module 21A flows into 22g of dry air clinch ways in a case 22, and a flow direction is reversed on 22g of dry air clinch ways. The dry air by which the flow direction was reversed flows into the left half side of hollow fiber module 21A from the dry air input

21c1 formed in the left half side of hollow fiber module 21A.

[0045] Conduction of the inside of hollow fiber module 21A is carried out to the left half side of hollow fiber module 21A in the direction of a short hand like a right half side, and it is discharged from 2 21d of dry air exhaust ports. Here, conduction of the off-gas is carried out to the longitudinal direction of hollow fiber module 21A.

Therefore, carrying out conduction of off-gas and the dry air toward the direction which intersects perpendicularly, respectively, moisture exchange is performed and dry air is humidified.

[0046] As it is, it is discharged from 2 21d of dry air exhaust ports of hollow fiber module 21C which dry air carries out conduction of the right half, respectively, is humidified, serves as humidification air, and is located most in near at 22d of humidification air outlets of the hollow fiber modules 21B and 21C. In this way, the humidification air discharged from 2 21d of dry air exhaust ports is discharged from 22d of humidification air outlets in a case 22, and is supplied to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part shown in drawing 1 .

[0047] Thus, when dry air carries out conduction of the inside of the hollow fiber modules 21C and 21B and 21A, moisture exchange is performed between off-gas and dry air turns into humidification air. In this process, since off-gas is turning to and carrying out conduction of the longitudinal direction of the hollow fiber modules 21C, 21B, and 21A to dry air turning to the direction of a short hand of the hollow fiber modules 21C, 21B, and 21A, and carrying out conduction, while dry air and off-gas move in the direction which intersects perpendicularly, moisture exchange is performed. For this reason, a desiccation gas can be contacted almost equally over the whole hollow fiber. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0048] Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. X-X-ray sectional view of (a) and (c of the sectional side elevation of the humidification equipment which drawing 5 (a) requires for the 2nd operation gestalt of this invention, and (b)) are the Y-Y line sectional views of (a).

[0049] As shown in drawing 5 (a) thru/or (c), the humidification equipment 30 concerning this operation gestalt is equipped with four hollow fiber modules 31A-31D as shown in drawing 5 (b) and (c). These hollow fiber modules 31A-31D have the same configuration. The hollow fiber modules 31A-31D have tubed housing 31a whose longitudinal section is a forward hexagon, respectively. Hollow fiber bundle 31b which consists of 5000 hollow fibers is contained in large numbers by this housing 31a. this hollow fiber bundle 31b — that direction of a shaft center — the longitudinal direction

of housing 31a — ** — it is made like and arranged.

[0050] Two or more dry air input 31c1 and 31c1 — which flow dry air into the whole surface of the side faces of housing 31a in the left-hand side part of housing 31a in drawing 5 (a) are formed. Moreover, 31d [of dry air tap holes where dry air flows out] 1 or 31d1 — is formed in the field which counters the dry air input 31c1 and the field in which 31c1 — is formed. Moreover, 31d [of dry air tap holes] 1 or 31d1 — is formed also in these fields and the field which makes the include angle of 90 degrees, respectively.

[0051] Moreover, the dry air input 31c2 and 31c2 — into which dry air flows are formed in the field in which 31d [of dry air tap holes of the side faces of housing 31a in the left-hand side part of housing 31a] 1 or 31d1 — is formed in drawing 5 (a). Furthermore, in drawing 5 (a), dry air input 31c31d [of dry air tap holes where dry air flows into the field in which 1 and 31c1 — is formed] 2 or 31d2 of side faces of housing 31a in left-hand side part of housing 31a — is formed. In addition, such desiccation gas input 31c1, 31c1 —, and 31c2, 31c2 — and 31d [of desiccation gas tap holes] 1 or 31d1 — and the thing by which 31d 2 or 31d2 — is formed in each No. 1 outside in housing 31a are formed near the edge of housing 31a like said 1st operation gestalt.

[0052] Moreover, potting is carried out, as hollow fiber bundle 31b contained by housing 31a prepares the hollow filament of water permeability which has a hollow path in potting section 31e and a center section at the end section of a longitudinal direction and prepares 31g of potting sections in 31f of potting sections, and the other end in a thousands of bundle. Moreover, the outside of the hollow fiber in the part surrounded in the outside of the hollow fiber in the part surrounded in housing 31a and the potting sections 31e and 31f and housing 31a, and the potting sections 31f and 31g is maintained at the airtight condition, respectively. In this way, he is trying, as for the dry air which passes through the outside of a hollow fiber, for left-hand side or its thing [moving directly conversely] not to exist from right-hand side into housing 31a. Such a hollow fiber module 31 inserts the bundle of the hollow fiber of a predetermined number in housing 31a, and after carrying out adhesion immobilization of near the both ends enough with adhesives and forming the potting sections 31e, 31f, and 31g, it is created by carrying out cutting removal of the bundle of a hollow fiber along the both ends of housing 31a.

[0053] While off-gas input 31i for introducing into the other end of this housing 31a the off-gas which is a humid gas is formed, off-gas tap hole 31j into which off-gas flows is formed in the end section. The off-gas which flowed from off-gas input 31i

flows out of off-gas tap hole 31j through the inside of the hollow fiber contained by housing 31a.

[0054] These four hollow fiber modules 31A-31D are contained by the case 32.

Off-gas inlet-port 32a into which off-gas flows is formed in the other end of this case 32, and other end and off-gas outlet 32b is formed in it. Moreover, dry air inlet-port 32c which flows the dry air which is a desiccation gas is prepared in the end section side of a case 32. Furthermore, 32d of dry air tap holes where it comes to humidify dry air is established in the other end side of a case 32.

[0055] Moreover, each other end of the hollow fiber modules 31A-31D is arranged at off-gas inlet-port 32a, and it is open for free passage to off-gas input 31i in each hollow fiber module 31A-31D, and 31i—. Hollow fiber bundles 31b and 31b contained in each hollow fiber module 31A-31D through off-gas input 31i and 31i— from this off-gas inlet-port 32a — Off-gas flows in a hollow fiber. The off-gas which passed the inside of a hollow fiber is the off-gas tap holes 31j and 31j formed in the end section of the hollow fiber modules 31A-31D. — Conduction is carried out. The off-gas which off-gas tap hole 31j and 31j— was open for free passage with off-gas outlet 32b in a case 32, and flowed out of off-gas tap hole 31j and 31j— is discharged from off-gas outlet 32b.

[0056] On the other hand, in the left half part of a case 32, to dry air inlet-port 32c into which dry air is introduced, the dry air input 31c1 in the hollow fiber modules 31A-31D and the field in which 31c1 — is formed have met, respectively, and such dry air inlet-port 32c, and the dry air input 31c1 and 31c1 — are open for free passage. Moreover, as shown in a case 32 at drawing 5 (b) and (c), 31d [of dry air tap holes formed in the hollow fiber modules 31A-31D] 1 or 31d1 — and the dry air paths 32e, 32e, and 32e open for free passage are formed in three places. A desiccation gas carries out conduction to these on right-hand side from the left-hand side of a case 32 by the desiccation gas paths 32e, 32e, and 32e.

[0057] These desiccation gas paths 32e, 32e, and 32e are open for free passage with the dry air input 31c2 and 31c2 — which were formed in the left-hand side one half of the hollow fiber modules 31A-31D, respectively. This dry air input 31c2 and the dry air which flowed from 31c2 — are discharged from 31d [of dry air tap holes] 2 or 31d2 —. 31d [of dry air tap holes] 2 or 31d2 — is open for free passage to 32d of dry air tap holes in a case 32, and the humidification air by which the dry air discharged from 31d [of dry air tap holes] 2 or 31d2 — was humidified is discharged from 32d of dry air exhaust ports.

[0058] In the 2nd operation gestalt which has this configuration, as shown in drawing

5, the off-gas shown by the white arrow head flows into humidification equipment 30 from off-gas input 32a of a case 32. The off-gas which flowed into the case 32 reaches off-gas inlet-port 31i of the hollow fiber modules 31A-31D, and 31i—. The off-gas which flowed in the hollow fiber module 31 – 31D through this off-gas inlet-port 31i and 31i— branches towards each hollow fiber in hollow fiber bundle 31b and 31b—, and carries out conduction of that inside.

[0059] The off-gas which carried out conduction of the inside of a hollow fiber escapes from each hollow fiber, comes out, reaches off-gas outlet 31j and 31j—, and is discharged from off-gas exhaust port 31j and 31j—. The off-gas discharged from the off-gas exhaust ports 31j, 31j, and 31j faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part which it is discharged from off-gas tap hole 23a, and is shown in drawing 1.

[0060] On the other hand, the dry air which is the desiccation gas shown by the black arrow head goes into humidification equipment 2 from dry air input 32c of a case 32, and is introduced in a right half the hollow fiber modules 31A-31D side from the dry air input 31c1 formed in the right half side of the hollow fiber modules 31A-31D, and 31c1—. The dry air introduced in the right half the hollow fiber modules 31A-31D side is in hollow fiber module 31A – 31D, carries out conduction of the outside of a hollow fiber in the direction of a short hand, and is discharged from 31d [of dry air exhaust ports] 1 or 31d—. Although moisture exchange is performed between off-gas and dry air also in this operation gestalt at this time, that principle is the same as that of said 1st operation gestalt. Moreover, since the right half and the left half are made the airtight condition by 31f of potting sections, dry air does not move the inside of hollow fiber module 31A – 31D to left-hand side directly from right-hand side within hollow fiber module 31A – 31D.

[0061] At this time, conduction of a desiccation gas and the off-gas is carried out like said 1st operation gestalt in this operation gestalt, intersecting perpendicularly. For this reason, a desiccation gas can fully perform moisture exchange between off-gas. Therefore, it contributes to improvement in water recovery.

[0062] When dry air carries out conduction of the inside of hollow fiber module 31A – 31D, dry air carries out conduction of the outside of a hollow fiber, off-gas is carrying out conduction inside the hollow fiber, and moisture is separated from off-gas by the hollow fiber. The dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is humidified by this separated moisture. About this principle, it is the same as that of said 1st operation gestalt.

[0063] Conduction of the dry air discharged from 31d [of dry air exhaust ports of the

hollow fiber modules 31A-31D] 1 or 31d1 — is carried out to the dry air paths 32e, 32e, and 32e formed in the case 32. The dry air which carried out conduction moves the dry air paths 32e, 32e, and 32e to right-hand side from the left-hand side of the case 32 shown in drawing 5 (a). The dry air which moved to right-hand side from the left-hand side of a case 32 flows in the dry air input 31a2 in the hollow fiber modules 31A-31D, and hollow fiber module 31A – 31D from 31a2 —. The dry air introduced in the left half the hollow fiber modules 31A-31D side is in hollow fiber module 31A – 31D, carries out conduction of the outside of a hollow fiber in the direction of a short hand, and is discharged from 31d [of dry air exhaust ports] 2 or 32d—. Since conduction of dry air and the off-gas is carried out in the direction which intersects perpendicularly, moisture exchange can fully be performed also here.

[0064] It is humidified in the hollow fiber modules 31A-31D, and the humidification air discharged 31d [of dry air tap holes formed in the right half side of the hollow fiber modules 31A-31D] 2 or 31d from 2 is discharged from 32d of humidification air outlets in a case 32, and is supplied to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part shown in drawing 1 .

[0065] Thus, also in this operation gestalt, since off-gas is turning to and carrying out conduction of the longitudinal direction of the hollow fiber modules 31A-31D to dry air turning to and carrying out conduction of the direction of a short hand of the hollow fiber modules 31A-31D, while dry air and off-gas move in the direction which intersects perpendicularly, moisture exchange is performed. For this reason, a desiccation gas can be contacted almost equally over the whole hollow fiber. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0066] Then, the 3rd operation gestalt of this invention is explained. The perspective view of the humidification equipment which drawing 6 (a) requires for the 3rd operation gestalt, and (b) are the plane section Fig.

[0067] As shown in drawing 6 , humidification equipment 40 has three hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C which are the same structures in this operation gestalt, and these three hollow fiber bundle members A, and 41B and 41C are arranged and contained by juxtaposition in the case 42.

[0068] These hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C have hollow fiber bundle 41b which consists of thousands of hollow fibers, it is a humid gas, off-gas carries out conduction of the inside of this hollow fiber, and a desiccation gas carries out conduction of the outside. Moreover, as 41f of potting sections is prepared in potting 41e and a center section and 41g of potting sections was prepared in the other end at

the end section of the longitudinal direction of the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C, potting of thousands of hollow fibers was carried out, and they are bundled. These potting sections 41e, 41f, and 41g have stuck with the case 42, and the outside of the hollow fiber in the part surrounded in the outside of the hollow fiber in the part surrounded in a case 42 and the potting sections 41e and 41f and a case 42, and the potting sections 41f and 41g is maintained at the airtight condition, respectively. In this way, he is trying, as for the dry air which passes through the outside of a hollow fiber, for left-hand side or its thing [moving directly conversely] not to exist from right-hand side into a case 42.

[0069] While the off-gas input 41i, 41i, and 41i for introducing off-gas is formed, the off-gas tap holes 41j, 41j, and 41j where off-gas flows into the other end are formed in each end section of these hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C, respectively. The off-gas which flowed from such off-gas input 41i flows out of off-gas tap hole 41j through the inside of the hollow fiber in the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C.

[0070] Moreover, as shown in drawing 6 (a) and (b), off-gas outlet 42b out of which off-gas inlet-port 42a and off-gas with which off-gas flows flow into the case 42 where three hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C were contained is formed. Furthermore, 42d of humidification air outlets out of which the humidification air which comes to humidify dry air inlet-port 42c and dry air which flow dry air flows into a case 42 is formed.

[0071] Moreover, as shown in drawing 6 (b), off-gas inlet-port 42a is open for free passage to off-gas inlet-port path 42e. Each end section of the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C is arranged at this off-gas inlet-port path 42e, and the off-gas input 41i, 41i, and 41i of the hollow fiber modules 41A, 41B, and 41C is open for free passage to off-gas inlet-port path 42e, respectively. From this off-gas inlet-port path 42e, off-gas flows in the hollow fiber of the hollow fiber bundles 41b, 41b, and 41b in the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C.

[0072] furthermore, each of the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C -- 42f of off-gas outlet paths is formed in the edge side, and the off-gas tap holes 41j, 41j, and 41j of the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C are open for free passage to 42f of off-gas outlet paths. Conduction of the off-gas which carried out conduction of the interior of the hollow fiber which forms the hollow fiber bundles 41b, 41b, and 41b in each of the hollow fiber bundle members 41A, 41B, and 41C is carried out to 42f of off-gas outlet paths. Moreover, 42f of off-gas outlet paths is open for free passage to 42d of off-gas outlets, and the off-gas which carried out conduction

of the 42f of the off-gas outlet paths is discharged from 42d of off-gas outlets.

[0073] On the other hand, in the right half part of a case 42, dry air inlet-port 42c into which dry air is introduced is open for free passage to hollow fiber bundle member 41C arranged most near this dry air inlet-port 42c. And dry air carries out conduction in the direction of a short hand of hollow fiber bundle member 41C, and reaches hollow fiber bundle member 41B of middle. Then, conduction of the hollow fiber bundle member 41B is carried out similarly, and conduction of the hollow fiber bundle member 41A arranged in the most distant location from dry air inlet-port 42c is carried out. The dry air which hollow fiber member 41A arranged in the most distant location from dry air inlet-port 42c was open for free passage on 42g of dry air clinch ways formed in the case 42, and carried out conduction of the hollow fiber bundle member 41A arrives at 42g of dry air clinch ways. On 42g of this dry air clinch way, the direction dry air carries out [a direction] conduction is reversed.

[0074] Moreover, in the left half part in a case 42, 42g of dry air clinch ways is open for free passage to hollow fiber bundle member 41A. And dry air carries out conduction in the direction of a short hand of hollow fiber bundle member 41A, and reaches the next hollow fiber bundle member 41B. Then, dry air carries out conduction in the direction of a short hand of the hollow fiber bundle members 41B and 41C similarly, and hollow fiber bundle member 41C arranged in the location nearest to dry air inlet-port 42c is reached. Hollow fiber member 41C arranged in the location nearest to dry air inlet-port 42c is open for free passage to 42d of humidification air formed in the case 42. And the dry air which carried out conduction of hollow fiber bundle member 41C is humidified by carrying out conduction of the hollow fiber bundle members 41C, 41B, and 41A, turns into humidification air, and is discharged from 42d of humidification air outlets in a case 42.

[0075] In the 3rd operation gestalt which has this configuration, as shown in drawing 6 , the off-gas shown by the white arrow head flows into humidification equipment 40 from off-gas inlet-port 42a of a case 42. The off-gas with which the off-gas which flowed into the case 42 flowed into the case 42 arrives at the off-gas inlet ports 41i, 41i, and 41i of the hollow fiber members 41A, 41B, and 41C via off-gas inlet-port path 42e. The off-gas which flowed through these off-gas inlet ports 41i, 41i, and 41i in the hollow fiber bundle members 41A and 41B and 41C branches towards each hollow fiber in the hollow fiber bundles 41b, 41b, and 41b, and carries out conduction of that inside.

[0076] The off-gas which carried out conduction of the inside of a hollow fiber escapes from each hollow fiber, comes out, arrives at the off-gas outlets 41j, 41j, and

41j, and is discharged from the off-gas outlets 41j, 41j, and 41j. The off-gas discharged from the off-gas outlets 41j, 41j, and 41j carries out conduction of the 42f of the off-gas outlet paths of a case 42, and reaches off-gas inlet-port 42b. Then, off-gas faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part which it is discharged from off-gas inlet-port 42b, and is shown in drawing 1 R> 1.

[0077] On the other hand, the dry air shown by the black arrow head goes into humidification equipment 40 from dry air inlet-port 42c of a case 42, carries out conduction of the right half side of hollow fiber bundle member 41C arranged most near the dry air inlet-port 42c, and reaches hollow fiber bundle member 41B of middle. In case dry air passes hollow fiber bundle member 41C, dry air is the part surrounded by a case 42 and the potting sections 41f and 41g, and acts to a hollow fiber as the connoisseur of the outside. Although moisture exchange is performed between off-gas and dry air also in this operation gestalt at this time, that principle is the same as that of said 1st operation gestalt. Moreover, since the right half and the left half are made the airtight condition by 41f of potting sections, dry air does not move the inside of hollow fiber bundle member 41C to left-hand side directly from right-hand side in hollow fiber bundle member 41C.

[0078] Also in this operation gestalt, to dry air carrying out conduction in the direction of a short hand of hollow fiber bundle member 41C, conduction of the off-gas is carried out to the longitudinal direction of hollow fiber bundle member 41C, and at this time, conduction of a desiccation gas and the off-gas is carried out like said 1st operation gestalt, intersecting perpendicularly. For this reason, a desiccation gas can fully perform moisture exchange between off-gas. Therefore, it contributes to improvement in water recovery.

[0079] Then, the 4th operation gestalt of this invention is explained. The perspective view of the humidification equipment which drawing 7 (a) requires for the 4th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section. As shown in drawing 7, the humidification equipment 50 concerning this operation gestalt has the case 52 *****ed) in the hollow fiber bundle member 51 and this hollow fiber bundle member 51.

[0080] The hollow fiber bundle member 51 carries out potting of the both ends in a bundle, and the potting section which is not illustrated forms thousands of hollow fibers. Moreover, off-gas inlet-port 52a which introduces off-gas in a case 52 is prepared in the upper part location by the side of the end section of a case 52, and off-gas outlet 52b which discharges off-gas from a case 52 is formed in the lower part location by the side of the other end of a case 52. Furthermore, dry air inlet-port 52c

which flows dry air in a case 52 above the location in which off-gas outlet 52b by the side of the other end of a case 52 is prepared is prepared, and 52d of humidification air outlets which discharge the humidification air which comes to humidify dry air under the off-gas inlet-port 52a by the side of the end section of a case 52 is prepared. The hollow fiber bundle member 51 is arranged in the form inserted into dry air inlet-port 52c and 52d of humidification air outlets. Therefore, in the case 52, from the upper left (end section side upper part), towards the lower right (other end side lower part), as the hollow fiber bundle member 51 crosses a case 52 aslant, it is arranged.

[0081] Moreover, the potting section by the side of the end section in the hollow fiber bundle member 51 is formed so that it may stick to off-gas inlet-port 52a in a case 52, and the potting section by the side of the other end in the hollow fiber bundle member 51 is formed so that it may stick to 52d of off-gas outlets in a case 52. Furthermore, the off-gas input which is not illustrated is formed in the end section side in the hollow fiber member 51, and the off-gas tap hole which is not illustrated too is formed in the other end side.

[0082] On the other hand, septum member 52e is arranged in the side of the hollow fiber bundle member 51 currently arranged in the case 52 along with the longitudinal direction of the hollow fiber bundle member 51. While the vertical part within a case 52 maintains an airtight condition, respectively, the inside of this septum member 52e of a case 52 is in a batch. And the dry air introduced above the case 52 can be moved no longer to a lower part from the upper part within a case 52, without carrying out conduction of the hollow fiber bundle member 51.

[0083] In this operation gestalt, the off-gas shown by the white arrow head is introduced in a case 52 from off-gas inlet-port 52a in a case 52. The off-gas introduced in the case 52 is introduced in the hollow fiber bundle member 51 through the off-gas input by the side of the end section of the hollow fiber bundle member 51 which is not illustrated.

[0084] The off-gas introduced in the hollow fiber bundle member 51 is distributed inside the hollow fiber bundle in the hollow fiber bundle member 51, carries out conduction of the inside of a hollow fiber, and arrives at the off-gas tap hole by the side of the other end of the hollow fiber bundle member 51 which is not illustrated. Conduction of the off-gas which arrived at the off-gas tap hole by the side of the other end of the hollow fiber bundle member 51 is carried out to off-gas outlet 52b in a case 52, and it faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part which it is discharged from off-gas outlet 52b, and is shown in drawing 1 .

[0085] On the other hand, the dry air shown by the black arrow head is introduced in a

case 52 from dry air input 52c in a case 52. Since dry air input 52c is prepared in the upper part in a case 52, dry air is introduced above [within a case 52]. The dry air introduced above [within a case 52] carries out conduction of the outside of the hollow filament in the hollow fiber bundle member 51, and moves to the lower part location within a case 52. In case dry air passes the hollow fiber bundle member 51, between the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber, moisture exchange is performed, and the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is humidified, and turns into humidification air. The principle by which dry air is humidified is the same as that of said 1st operation gestalt.

[0086] At this time, the direction as for which the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber carries out conduction is made into the direction as for which the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber carries out conduction, and the crossing direction. With this operation gestalt, even if the hollow fiber bundle member 51 specifies a level include angle and the include angle to make, the include angle which the direction as for which off-gas carries out conduction, and the direction as for which a desiccation gas carries out conduction make is not necessarily specified clearly. However, since the direction as for which a desiccation gas carries out conduction does not have at least off-gas parallel to the direction which carries out conduction, the direction as for which off-gas carries out conduction, and the direction as for which a desiccation gas carries out conduction correspond in the "crossing direction" said to this invention.

[0087] Thus, when dry air carries out conduction of the hollow fiber bundle member 51 within a case 52, moisture exchange is performed between off-gas and dry air turns into humidification air. In this process, while dry air and off-gas move in the crossing direction, moisture exchange is performed. For this reason, a desiccation gas can be contacted almost equally over the whole hollow fiber. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0088] Next, the 5th operation gestalt of this invention is explained. The perspective view of the humidification equipment which drawing 8 (a) requires for the 5th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section. As shown in drawing 8 R> 8, the humidification equipment 60 concerning this operation gestalt has the case 62 where the hollow fiber bundle member 61 and this hollow fiber bundle member 61 were contained. Moreover, it is the interior of a case 62 and the punching plate 63 with which many vents were formed above the location where the hollow fiber bundle member 61 is arranged is arranged.

[0089] The hollow fiber bundle member 61 carries out potting of the both ends in a

bundle, and the potting section which is not illustrated forms thousands of hollow fibers. Moreover, off-gas inlet-port 62a which introduces off-gas in a case 62 is prepared in the height direction mid gear by the side of the end section of a case 62, and off-gas outlet 62b which discharges off-gas from a case 62 is formed in the height direction mid gear by the side of the other end of a case 62. Furthermore, dry air inlet-port 62c which flows dry air in a case 62 above the location in which off-gas outlet 62b by the side of the other end of a case 62 is prepared, and 62d of humidification air outlets which discharge the humidification air which comes to humidify dry air under the off-gas inlet-port 62a by the side of the end section of a case 62 is prepared. The hollow fiber bundle member 61 is arranged in the form inserted into such dry air inlet-port 62c and 62d of humidification air outlets.

Therefore, the hollow fiber bundle member 61 is arranged as a longitudinal direction becomes almost level.

[0090] Moreover, the potting section by the side of the end section in the hollow fiber bundle member 61 is formed so that it may stick to off-gas inlet-port 62a in a case 62, and the potting section by the side of the other end in the hollow fiber bundle member 61 is formed so that it may stick to off-gas outlet 62b in a case 62. Furthermore, the off-gas input which is not illustrated is formed in the end section side in the hollow fiber member 61, and the off-gas tap hole which is not illustrated too is formed in the other end side.

[0091] On the other hand, septum member 62e is arranged in the side of the hollow fiber bundle member 61 currently arranged in the case 62 along with the longitudinal direction of the hollow fiber bundle member 61. While the vertical part within a case 62 maintains an airtight condition, respectively, the inside of this septum member 62e of a case 62 is in a batch. And the dry air introduced above the case 62 can be moved no longer to a lower part from the upper part within a case 62, without carrying out conduction of the hollow fiber bundle member 61.

[0092] Moreover, the punching plate 63 is arranged above the hollow fiber bundle member 61 currently arranged in the case 62. Much vent 63a and 63a-- are formed in this punching plate 63. These vent 63a and 63a-- is estranged and formed in the longitudinal direction of the hollow fiber bundle member 61. Moreover, what is formed in the endmost part among these vents is formed near the side attachment wall in a case 62. In case the dry air introduced above the case 62 descends with this punching plate 63, dry air is distributed so that it may become almost uniform at the longitudinal direction of the hollow fiber bundle member 61.

[0093] In this operation gestalt, the off-gas shown by the white arrow head is

introduced in a case 62 from off-gas inlet-port 62a in a case 62. The off-gas introduced in the case 62 is introduced in the hollow fiber bundle member 61 through the off-gas input by the side of the end section of the hollow fiber bundle member 61 which is not illustrated.

[0094] The off-gas introduced in the hollow fiber bundle member 61 is distributed inside the hollow fiber bundle in the hollow fiber bundle member 61, carries out conduction of the inside of a hollow fiber, and arrives at the off-gas tap hole by the side of the other end of the hollow fiber bundle member 61 which is not illustrated. Conduction of the off-gas which arrived at the off-gas tap hole by the side of the other end of the hollow fiber bundle member 61 is carried out to off-gas outlet 62b in a case 62, and it faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part which it is discharged from off-gas outlet 62b, and is shown in drawing 1 .

[0095] On the other hand, the dry air shown by the black arrow head is introduced in a case 62 from dry air input 62c in a case 62. Since dry air input 62c is prepared in the upper part in a case 62, dry air is introduced above [within a case 62]. The dry air introduced above [within a case 62] carries out sequential descent through vent 63a formed in the punching plate 63, and 63a— while moving horizontally along with the punching plate 63. With this punching plate 63, dry air is horizontally diffused in homogeneity.

[0096] The dry air which carried out conduction through vent 63a in the punching plate 63 and 63a— descends as it is, is introduced into the hollow fiber bundle member 61, carries out conduction of the outside of hollow fiber bundle member 61 hollow filament, and moves to the lower part location within a case 62. In case dry air passes the hollow fiber bundle member 61, between the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber, moisture exchange is performed, and the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is humidified, and turns into humidification air. The principle by which dry air is humidified is the same as that of said 1st operation gestalt.

[0097] At this time, the direction as for which the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber carries out conduction is made into the direction as for which the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber carries out conduction, and the direction which intersects perpendicularly.

[0098] Thus, when dry air carries out conduction of the hollow fiber bundle member 61 within a case 62, moisture exchange is performed between off-gas and dry air turns into humidification air. In this process, while dry air and off-gas move in the crossing direction, moisture exchange is performed. And dry air diffuses in homogeneity mostly

horizontally according to an operation of the punching plate 63. For this reason, a desiccation gas can be contacted almost equally over the whole hollow fiber.

Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0099] Furthermore, the 6th operation gestalt of this invention is explained. The perspective view of the humidification equipment which drawing 9 (a) requires for the 6th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section. As shown in drawing 9, the humidification equipment 70 concerning this operation gestalt has the case 72 where four hollow fiber bundle members 71, 71 —, and these hollow fiber bundle members 71 and 71 — were contained.

[0100] Four hollow fiber bundle members 71 have the same structure, they carry out potting of the both ends in a bundle, and the potting section which is not illustrated forms thousands of hollow fibers. Moreover, four off-gas inlet-ports 72a which introduces off-gas in a case 72, and 72a— are prepared in the height direction mid gear by the side of the end section of a case 72. On the other hand, four off-gas outlet 72b which discharges off-gas from a case 72, and 72b— are formed in the height direction mid gear by the side of the other end of a case 72. Furthermore, dry air inlet-port 72c which flows dry air in a case 72 above the location in which off-gas outlet 72b by the side of the other end of a case 72 and 72b— are prepared, and 72c— are prepared, and 72d of humidification air outlets and 72d— which discharge the humidification air of off-gas inlet-port 72a by the side of the end section of a case 72 and 72a— which comes to humidify dry air below are prepared. The hollow fiber bundle member 71 and 71 — are arranged in such dry air inlet-port 72c, 72c— and 72d of humidification air outlets, and the form inserted into 72d—. Therefore, as the hollow fiber bundle member 71 and 71 — become almost level [a longitudinal direction], they are arranged.

[0101] Moreover, the potting section by the side of the hollow fiber bundle member 71 and the end section in 71 — is formed so that it may stick to off-gas inlet-port 72a in a case 72, and 72a—, respectively. On the other hand, the potting section by the side of the hollow fiber bundle member 71 and the other end in 71 — is formed so that it may stick to off-gas outlet 72b in a case 72, and 72b—. Furthermore, the off-gas input which is not illustrated is formed in the hollow fiber member 71 and end section side in 71 —, and the off-gas tap hole which is not illustrated too is formed in the other end side.

[0102] On the other hand, in the case 72, the hollow fiber bundle member 71 and 71 — are horizontally arranged by juxtaposition, and septum member 72e is arranged

between cases 72 with these hollow fiber bundle members 71, the hollow fiber member 71 of 71 -- arranged in between and both ends b, and 71 --. While the vertical part within a case 72 maintains an airtight condition, respectively, the inside of this septum member 72e of a case 72 is in a batch. And the dry air introduced above the case 72 is the hollow fiber bundle members 71 and 71. -- It can move no longer to a lower part from the upper part within a case 72, without carrying out conduction.

[0103] In this operation gestalt, the off-gas shown by the white arrow head is introduced in a case 72 from off-gas inlet-port 72a in a case 72. The off-gas introduced in the case 72 minds the hollow fiber bundle member 71 and the off-gas input by the side of the end section of 71 -- which is not illustrated, and is the hollow fiber bundle members 71 and 71. -- It is introduced inside.

[0104] Hollow fiber bundle members 71 and 71 -- The off-gas introduced inside is distributed inside the hollow fiber bundle member 71 and the hollow fiber bundle in 71 --, carries out conduction of the inside of a hollow fiber, and arrives at the hollow fiber bundle member 71 and the off-gas tap hole by the side of the other end of 71 -- which is not illustrated. The off-gas which arrived at the hollow fiber bundle member 71 and the off-gas tap hole by the side of the other end of 71 -- is the off-gas outlets 72b and 72b in a case 72. -- Conduction is carried out and it is discharged from off-gas outlet 72b and 72 --. Then, it is collected by the duct which is not illustrated and faces to the vapor-liquid-separation equipment 3 of the latter part shown in drawing 1 R> 1.

[0105] On the other hand, the dry air shown by the black arrow head is introduced in a case 72 from dry air input 72c in a case 72, and 72c--. Since dry air input 72c and 72c-- is prepared in the upper part in a case 72, dry air is introduced above [within a case 72]. The dry air introduced above [within a case 72] carries out conduction of the outside of the hollow fiber bundle member 71 and the hollow filament in 71 --, and moves to the lower part location within a case 72. In case dry air passes the hollow fiber bundle member 71 and 71 --, between the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber, moisture exchange is performed, and the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber is humidified, and turns into humidification air. The principle by which dry air is humidified is the same as that of said 1st operation gestalt.

[0106] At this time, the direction as for which the dry air which carries out conduction of the outside of a hollow fiber carries out conduction is made into the direction as for which the off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber carries out conduction, and the crossing direction. In addition, this "direction as for which the

off-gas which carries out conduction of the inside of a hollow fiber carries out conduction and crossing direction" have the same meaning as said 4th operation gestalt.

[0107] Thus, in the hollow fiber [dry air] bundle member 71 within a case 72, and 71 —, by carrying out conduction, moisture exchange is performed between off-gas and dry air turns into humidification air. In this process, while dry air and off-gas move in the crossing direction, moisture exchange is performed. For this reason, a desiccation gas can be contacted almost equally over the whole hollow fiber. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0108] As mentioned above, although the suitable operation gestalt of this invention was explained, this invention is not limited to each aforementioned operation gestalt. For example, although conduction is carried out so that it may become a counterflow about off-gas and dry air in housing, it can also consider as the mode which carries out conduction so that it may become concurrent.

[0109] Since the humidity concentration difference in a hollow fiber can be equalized as a merit which makes dry air and off-gas a counterflow at this time, it is mentioned that water transparency effectiveness improves. Moreover, since a gaseous inlet port and a gaseous outlet will counter, the layout nature of gas piping improves.

Furthermore, since the heat exchange effectiveness by the hollow fiber becomes good, the cooling engine performance of gas improves. And since effectiveness is high and it is easy to double the temperature of the outlet of dry air with the temperature of the outlet of off-gas, temperature control becomes easy. Therefore, it becomes easy to manage the humidity of the air supplied to a fuel cell.

[0110] Here, it supplements about the temperature control function which humidification equipment has. For example, as for the dry air compressed with air compressors, such as a supercharger, temperature changes about among 30 degrees C (at time of the idling of fuel cell) – 120 degrees C (at the time of the horsepower output of a fuel cell). On the other hand, a fuel cell is operated at about 80 degrees C under temperature control, and the off-gas of 80 degree-C+alpha extent is discharged. If conduction of the dry air compressed with this off-gas and air compressor is carried out to humidification equipment, in a hollow fiber, heat transfer also happens with moisture transfer, and dry air will turn into humidification air of the temperature (that is, stable temperature near the operating temperature of a fuel cell) near off-gas, and will be supplied to a fuel cell. That is, dry air is humidified and warmed by humidification equipment at the time of the low-power output at the time of the idling

of a fuel cell etc., is supplied to a fuel cell, and is supplied to a fuel cell as humidification air of the temperature requirement which was humidified and cooled and was stabilized with humidification equipment at the time of the high power at the time of the horsepower output of a fuel cell etc. Therefore, a fuel cell can be operated on suitable temperature conditions by the temperature control function which humidification equipment has, and the generating efficiency of a fuel cell becomes high. [0111] Moreover, when an intercooler is attached in the discharge side of an air compressor, the dry air compressed with the air compressor is cooled (or warming), and temperature changes about among 50 degrees C (at time of the idling of fuel cell) - 60 degrees C (at the time of the horsepower output of a fuel cell). if off-gas (80degree-C+alpha) carries out conduction of the dry air which passed this intercooler to the humidification equipment which carries out conduction -- dry air -- a hollow fiber -- setting -- humidification -- and temperature control (warming) is carried out, it becomes the humidification air of the stable temperature requirement near the temperature near off-gas, i.e., the operating temperature of a fuel cell, and a fuel cell is supplied. Therefore, also when an intercooler is attached, a fuel cell can be operated on suitable temperature conditions by the temperature control function which humidification equipment has, and the generating efficiency of a fuel cell becomes high.

[0112] Since the humidity concentration difference is [dry air and off-gas] high in an inlet-port part, a humidity effect improves as a merit which makes dry air and off-gas concurrent and the overall length of the hollow fiber itself can be shortened on the other hand, contributing to the miniaturization of equipment is mentioned. Moreover, since equipment can be miniaturized, it becomes easy to align a hollow filament and to bundle it and it contributes to reduction of cost by these things. Furthermore, since the effectiveness of dry air becomes low, the gas temperature supplied to a fuel cell at the time of high power can be set up more highly. Therefore, the effectiveness of a fuel cell can be raised.

[0113] Moreover, in said the 3rd to 6th operation gestalt, although the hollow fiber bundle member is arranged in a case as it is, a hollow fiber bundle member can be contained in housing, two or more dry air input and dry air exhaust ports can be prepared in the side face of housing, and it can also consider as the mode which arranges this housing into a case.

[0114] Furthermore, when moisture condenses into the part in which the dry air in housing, such as a hollow fiber module, (humidification air) carries out conduction and a puddle is produced, there is a possibility that it may become impossible to utilize the

surface area of the outside of a hollow fiber effectively. Therefore, it is desirable to enable it to extract humidification air also from lower parts, such as a hollow fiber module, so that a puddle may not be generated in housing. By doing in this way, the condensed water can be easily extracted out of housing with humidification air, and generating of a puddle is prevented. In addition, as for extracted water, it is desirable to carry out uptake by a catch tank etc., to turn to other systems, and to reuse.

[0115]

[Effect of the Invention] According to invention which relates to claim 1 of this inventions as above, on the whole ranging from the edge to a center section of housing, moisture exchange can be equally performed between a humid gas and a desiccation gas. Therefore, since moisture is efficiently recoverable from the whole hollow fiber, water recovery can be raised.

[0116] According to invention concerning claim 2, conduction of the direction where a humid gas and a desiccation gas intersect perpendicularly is turned to and carried out. Thus, the direction where a humid gas and a desiccation gas intersect perpendicularly is turned to, and since conduction is carried out, ranging from the edge to a center section of the longitudinal direction of a hollow fiber, moisture exchange can be performed between a humid gas and a desiccation gas overall still more equally. Therefore, it becomes possible to raise the water recovery as the whole further.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole fuel cell system block diagram.

[Drawing 2] It is the explanatory view [—izing / the configuration of a fuel cell / the explanatory view / the ** type].

[Drawing 3] The perspective view showing the humidification equipment which (a) requires for this invention, and (b) are the flat—surface sectional view.

[Drawing 4] It is the perspective view of the hollow fiber module in the humidification equipment concerning this invention.

[Drawing 5] X—X—ray sectional view of (a) and (c of the sectional side elevation of the humidification equipment concerning the 2nd operation gestalt of this invention and (b)) are the Y—Y line sectional views of (a).

[Drawing 6] The perspective view of the humidification equipment which (a) requires for the 3rd operation gestalt, and (b) are the plane section Fig.

[Drawing 7] The perspective view of the humidification equipment which (a) requires for the 4th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section.

[Drawing 8] The perspective view of the humidification equipment which (a) requires for the 5th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section.

[Drawing 9] The perspective view of the humidification equipment which (a) requires for the 6th operation gestalt of this invention, and (b) are the drawing of longitudinal section.

[Drawing 10] It is the sectional side elevation of conventional humidification equipment.

[Description of Notations]

1 Fuel Cell
2 Humidification Equipment
21a Housing
21b Hollow fiber bundle
21c1, 21c2 Dry air input
21d1, 12d2 Dry air tap hole
21i Off-gas input
21j Off-gas tap hole

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-201122
(P2001-201122A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
F 2 4 F 6/04		F 2 4 F 6/04	3 L 0 5 5
B 0 1 D 53/22		B 0 1 D 53/22	4 D 0 0 6
63/02		63/02	5 H 0 2 7
69/08		69/08	
F 2 4 F 6/00		F 2 4 F 6/00	B
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-10974(P2000-10974)

(22) 出願日 平成12年1月19日 (2000.1.19)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 片桐 敏勝

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 島貫 寛士

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

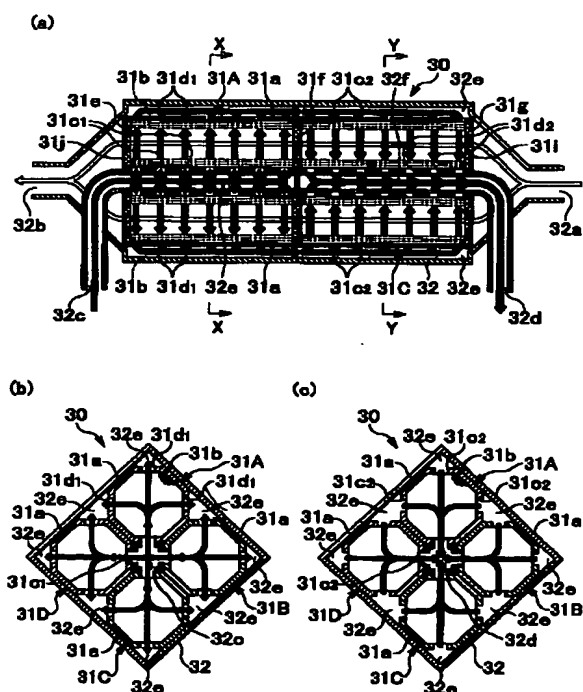
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加湿装置

(57) 【要約】

【課題】 中空糸膜束における端部でも水分交換を充分行うことができるようにすることによって、水回収率の向上を図る。

【解決手段】 ハウジング21aの長手方向に沿って配した水透過性の中空糸膜を束ねてなる中空糸膜束21bがハウジング21a内に収納されている。中空糸膜の内側にオフガスが通流し、中空糸膜の外側に乾燥空気が通流して水分交換が行われ、乾燥空気を加湿する。ハウジング21a内において、オフガスが通流する方向と乾燥空気が通流する方向が直交するようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の水透過性の中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を流通して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、

水分含量の多い気体が流通する方向と水分含量が少ない気体が流通する方向とが交差する方向であるように構成されていることを特徴とする加湿装置。

【請求項2】 前記交差する方向が直交する方向であることを特徴とする請求項1に記載の加湿装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加湿装置に関し、さらに詳しくは、中空糸膜を利用した加湿装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電気自動車の動力源などとして燃料電池が注目されている。この燃料電池には、いわゆる固体高分子型燃料電池のものがある。この固体高分子型の燃料電池においては、燃料電池から排出された湿潤気体であるオフガスの水分を乾燥気体に水分交換する加湿装置が用いられている。このような燃料電池に用いられる加湿装置としては、電力消費量が少ないものが好適である。また、取り付けスペースが小さい、いわばコンパクト性が求められる。そのため、加湿装置としては超音波加湿、スチーム加湿、気化式加湿、ノズル噴射などの種類があるものの、燃料電池に用いられる加湿装置としては、中空糸膜を用いたものが好適に利用されている。

【0003】従来の中空糸膜を用いた加湿装置として、たとえば特開平7-71795号公報に開示されたものがある。この加湿装置について図10を用いて説明すると、加湿装置100は、ハウジング101を有している。ハウジング101には、乾燥エアを導入する第一の流入口102および乾燥エアを排出する第一の流出口103が形成されており、ハウジング101の内部に多数、たとえば5000本の中空糸膜からなる中空糸膜束104が収納されている。

【0004】また、ハウジング101の両端部には、中空糸膜束104の両端部を開口状態で固定する固定部105、105'が設けられている。固定部105の外側には、湿潤エアを導入する第二の流入口106が形成されており、固定部105'の外側には、中空糸膜束104によって水分を分離・除去された湿潤エアを排出する第二の流出口107が形成されている。さらに、固定部105、105'はそれぞれ第二のヘッドカバー108および第二のヘッドカバー109によって覆われている。また、第二の流入口106は第一のヘッドカバー108に形成されており、第二の流出口107は第二のヘッドカバー109に形成されている。

【0005】このように構成された中空糸膜を用いた加

湿装置100において、第二の流入口106から湿潤エアを供給して中空糸膜束104を構成する各中空糸膜内を通過させると、湿潤エア中の水分は、中空糸膜の毛管作用によって分離され、中空糸膜の毛管内を透過して、中空糸膜の外側に移動する。水分を分離させられた湿潤エアは、第二の流出口107から排出される。

【0006】一方、第一の流入口102からは乾燥エアが供給される。第一の流入口102から供給された乾燥エアは、中空糸膜束104を構成する中空糸膜の外側を流通する。中空糸膜の外側には、湿潤エアから分離させられた水分が移動してきており、この水分によって乾燥エアが加湿される。そして、加湿された乾燥エアは第一の流出口103から排出されるというものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図10に示す従来の加湿装置100においては、乾燥エアを導入する第一の流入口102は、ハウジング101の長手方向における中央に寄った位置に形成されている。このため、ハウジング101に収納された中空糸膜束104における中空糸膜の外側を通る乾燥エアは、ハウジング101内で黒矢印で示すように、そのほとんどがハウジング101内の長手方向中央部を流れている。したがって、中空糸膜束104における端部に寄ったエリアS、Sでは、十分な水分交換が行われていなかったため、中空糸膜内の透過水量に対して、水回収率が低くなってしまいうという問題があった。

【0008】そこで、本発明の課題は、中空糸膜束における端部でも水分交換を充分行うことができるようにすることによって、水回収率の向上を図ることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決した本発明のうちの請求項1に係る発明は、多数の水透過性の中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を流通して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、水分含量の多い気体が流通する方向と水分含量が少ない気体が流通する方向とが交差する方向であるように構成されていることを特徴とする加湿装置。である。

【0010】請求項1に係る発明においては、水分含量の多い気体（以下「湿潤気体」という）が流通する方向と、水分含量が少ない気体（以下「乾燥気体」という）が流通する方向とが交差する方向である。このため、ハウジングの端部から中央部にわたって全体的に均等に湿潤気体と乾燥気体との間で水分交換を行うことができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。なお、本発明にいう「交差する方向」とは、平行でないという程度の意味である。具体的には、湿潤気体が流通する方向と乾燥気体が流通する方向とのなす角のうちの90°以下となる方の角度が、0°でなく、15

°, 30°, 45°, 60°, など、適宜の角度をなすものである。また、特にこの角度が規定されることを必要とするものではない。また、湿潤気体と乾燥気体が交差する方向を向いて通流するためには、たとえば湿潤気体が中空糸膜内を通過する場合には、乾燥気体が中空糸膜に交差する方向を向いて通流する、たとえば乾燥気体通路が形成されることになる。一方、乾燥気体が中空糸膜内を通流する場合には、その逆となる。

【0011】請求項2に係る発明は、前記交差する方向が直交する方向であることを特徴とする請求項1に記載の加湿装置である。

【0012】請求項2に係る発明においては、湿潤気体と乾燥気体が直交する方向を向いて通流している。この直交する方向とは、換言すれば、湿潤気体が通流する方向と乾燥気体が通流する方向が90°をなすものである。このように、湿潤気体と乾燥気体が直交する方向を向いて通流しているため、中空糸膜の長手方向の端部から中央部にわたって全体的にさらに均等に湿潤気体と乾燥気体との間で水分交換を行うことができる。したがって、全体としての水回収率をさらに向上させることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して具体的に説明する。図1は、燃料電池システムの全体構成図、図2は、燃料電池の構成を模式化した説明図である。図1を参照して、本発明の実施の形態に係る加湿装置が適用される燃料電池システムの全体構成および作用について説明する。

【0014】燃料電池システムFCSは、固体高分子型の燃料電池1、加湿装置2、気液分離装置3、空気圧縮機4、燃焼器5、燃料蒸発器6、改質器7、CO除去器8および水・メタノール混合液貯蔵タンク（以下「タンク」という）T等から構成される。

【0015】燃料電池1の内部は、酸素極側1aと水素極側1bに分かれており、酸素極側1aには酸化剤ガスとしての加湿空気が供給され、水素極側1bには燃料ガスとしての水素リッチガスが供給される。そして、電解質膜を介して水素と酸素とを化学反応させて化学エネルギーから電気エネルギーを取り出して発電を行う。

【0016】加湿空気は、乾燥気体である空気を圧縮し加湿することにより生成する。ここで、空気の圧縮は空気圧縮機4で行い、加湿は加湿装置2で行う。加湿装置2での空気の加湿は、燃料電池1の酸素極側1aから排出され水分を多量に含むオフガスと相対的に水分を少量しか含まない空気との間で、水分の交換を行うことによりなされるが、この点は後に詳細に説明する。

【0017】一方、燃料ガスは、原燃料である水とメタノールの混合液を蒸発、改質およびCO除去を行うことにより発生する。ここで、原燃料の蒸発は燃料蒸発器6で、改質は改質器7で、CO除去はCO除去器8で行

う。

【0018】燃料蒸発器6にはタンクTに貯蔵された原燃料がポンプPを介して供給され、改質器7には燃料蒸発器6で蒸発した原燃料ガスが供給され、CO除去器8には改質器7で改質された燃料ガスが供給される。なお、改質器7では触媒の存在下、メタノールの水蒸気改質および部分酸化が行われる。また、CO除去器8では触媒の存在下で選択酸化が行われ、COがCO₂に転換される。CO除去器8は、COの濃度を可及的に低減するため、No. 1 CO除去器とNo. 2 CO除去器の2つから構成される。また、CO除去器8には、選択酸化用の空気が空気圧縮機4から供給される。

【0019】なお、燃料電池1からは、反応生成物である水を多量に含む酸素極側1aのオフガスおよび未利用の水素を含む水素極側1bのオフガスが同時に発生するが、酸素極側1aのオフガスは、前記の通り加湿器2で空気の加湿用に使用された後、水素極側1bのオフガスと混合され、気液分離装置3で水分が除去される。そして、水分が除去されたオフガスは、燃焼器5で燃焼され燃料蒸発器6の熱源として使用される。なお、燃焼器5には、メタノールなどの補助燃料および空気が供給され、燃料蒸発器6の熱量不足を補ったり燃料電池システムFCSの起動時の暖機を行ったりする。

【0020】次に、図2を参照して、燃料電池システムの中核をなす燃料電池の構成および作用について説明する。この図2における燃料電池1は、その構成を模式化して1枚の単セルとして表現してある（実際には燃料電池1は、単セルを200枚程度積層した積層体として構成される）。

【0021】図2に示すように、燃料電池1は、電解質膜13を挟んで酸素極側1aと水素極側1bとに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられており、酸素極12および水素極14を形成している。そして、酸素極側ガス通路11には酸化剤ガスとしての加湿装置2で加湿された加湿空気が通流され、水素極側ガス通路15には原燃料から発生した水素リッチな燃料ガスが通流される。電解質膜13としては固体高分子膜、たとえばプロトン交換膜であるパーフロロカーボン・スルホン酸膜を電解質として用いたものが知られている。この電解質膜13は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で20Ω・プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。したがって、触媒の存在下で水素極14で水素がイオン化して生成したプロトンは、容易に電解質膜13中を移動して酸素極12に到達する。そして、酸素極12に到達したプロトンは、触媒の存在下、加湿空気中の酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水は、加湿空気とともに湿潤気体であるオフガスとして燃料電池1の酸素極側1aの出口から排出される。なお、水素極14では水素がイ

オン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- はモータなどの外部負荷Mを經由して酸素極12に到達する。

【0022】このように加湿した加湿空気を酸化剤ガスとして燃料電池1に供給するのは、電解質膜13が乾燥すると電解質膜13におけるプロトン導伝性が低くなって発電効率が低下するからである。したがって、固体高分子型の燃料電池1を使用する燃料電池システムFCSにおいては、加湿が重要な意義を有する。

【0023】続いて、図3および図4を参照して本発明に係る加湿装置の具体的な構成について説明する。なお、図3ないし図9においては、オフガスの流れを白矢印で示し、乾燥空気（加湿空気）の流れを黒矢印で示す。図3(a)は、本発明に係る加湿装置の斜視図、

(b)は、その平断面図である。図3に示すように、本発明に係る加湿装置2は、同一の構造である3本の中空糸モジュール21A、21B、21Cを有しており、これら3本の中空糸モジュール21A、21B、21Cは、ケース22内に並列に配置されて収納されている。

【0024】これらの中空糸膜モジュールの構造を図4を参照して説明すると、中空糸膜モジュール21は、直方体状のハウジング21aを有しており、このハウジング21a内に、その長手方向に沿って配された数千本の水透過性の中空糸膜からなる中空糸膜束21bが収納されている。この中空糸膜内を本発明の湿潤気体であるオフガスが流通し、その外側を乾燥気体である乾燥空気が流通する。

【0025】さらに、ハウジング21aの長手方向右側半分における手前側の面は、複数の乾燥空気流入口21c1、21c1、21c1がハウジング21aの長手方向に離間して形成されている。これら乾燥空気流入口21c1、21c1、21c1のうち、ハウジング21aの長手方向の一番外側に形成されているものは、ハウジング21aの端部近傍に形成されている。このため、中空糸膜内を流通するオフガスと、乾燥空気流入口21c1、21c1、21c1から流入する乾燥気体となる乾燥空気は、直交する方向に流通するようになっている。したがって、ハウジング21a内における中空糸膜束21bの全体にわたってほぼ均等に乾燥空気を供給することができる。なお、ここでいうハウジング21aの端部近傍とは、後述するポッティング部21f、21gのそれぞれ近傍を意味するものである。また、「端部近傍」の具体的な値としては、端部から1cmの位置とすることができる。あるいは、端部から3cmの位置としたり、5cm、10cmの位置など適宜の位置とすることができる。さらに、乾燥空気流入口21c1、21c1…は、ハウジング21aの長手方向中央部にも形成した方がより均等に乾燥気体を供給することができるので好適である。

【0026】また、乾燥空気流入口21c1、21c

1、21c1が形成されている面に対向する面には、乾燥空気が流出する複数の乾燥空気流出口21d1、21d1、21d1が形成されている。さらに、ハウジング21aの左半分であって、乾燥空気流出口21d1、21d1、21d1が形成されている面には、乾燥空気が流入する乾燥空気流入口21c2、21c2、21c2が形成されており、乾燥空気流入口21c2、21c2、21c2が形成されている面に対向する面には、乾燥空気が流出する複数の乾燥空気流出口21d2、21d2、21d2が形成されている。

【0027】これらの乾燥空気流入口21c2、21c2…、乾燥空気流出口21d1、21d1…、21d2、21d2…においても、それぞれハウジング21aにおける長手方向の一番外側に位置するものは、ハウジング21aの端部近傍に形成されている。

【0028】また、ハウジング21aに収納される中空糸膜束21bは、中空通路を有する水透過性の中空糸膜を数千本束ね、長手方向の一端部にポッティング部21e、中央部にポッティング部21f、他端部にポッティング部21gを設けるようにしてポッティングされている。また、ハウジング21a、ポッティング部21e、21fで囲まれる部位における中空糸膜の外側、およびハウジング21a、ポッティング部21f、21gで囲まれる部位における中空糸膜の外側がそれぞれ気密状態に保たれている。こうして、ハウジング21a内はポッティング部21fで仕切られているので、内中空糸膜の外側を通過する乾燥空気は、ハウジング21a内において、右側から左側に、あるいはその逆に直接移動することがないようにされている。このような中空糸膜モジュール21は、ハウジング21aに所定数の中空糸膜の束を挿通し、両端部近傍を接着剤で充分接着固定してポッティング部21e、21f、21gを形成した後、ハウジング21aの両端に沿って中空糸膜の束を切断除去することによって作成される。

【0029】このハウジング21aの一端部には、オフガスを導入するためのオフガス流入口21iが形成されているとともに、他端部には、オフガスが流出するオフガス流出口21jが形成されている。オフガス流入口21iから流入したオフガスは、ハウジング21aに収納された中空糸膜の内側を通過してオフガス流出口21jから流出するようになっている。

【0030】また、図3に示すように、3本の中空糸膜モジュール21A、21B、21Cが収納されたケース22には、オフガスが流入するオフガス入口22aおよびオフガスが流出するオフガス出口22bが形成されている。さらに、ケース22には、乾燥空気を流入する乾燥空気入口22cおよび乾燥空気が加湿されてなる加湿空気が流出する加湿空気出口22dが形成されている。

【0031】また、図3(b)に示すように、オフガス入口22aは、オフガス入口通路22eに連通してい

る。このオフガス入口通路22eには、中空糸膜モジュール21A、21B、21Cのそれぞれの一端部が配置されており、オフガス入口通路22eには、中空糸膜モジュール21A、21B、21Cのオフガス流入口21i、21i、21iがそれぞれ連通している。このオフガス入口通路22eからは、中空糸膜モジュール21A、21B、21C内に収納された中空糸膜束21b、21b、21bの中空糸膜内にオフガスが流入する。

【0032】さらに、中空糸膜モジュール21A、21B、21Cのそれぞれ端部側には、オフガス出口通路22fが形成されており、中空糸膜モジュール21A、21B、21Cのオフガス流出口21j、21j、21jはオフガス出口通路22fに連通している。中空糸膜モジュール21A、21B、21C内にそれぞれ収納された中空糸膜束21b、21b、21bにおける中空糸膜の内部を流通したオフガスは、オフガス出口通路22fへと流通する。また、オフガス出口通路22fはオフガス出口22dに連通しており、オフガス出口通路22fを流通したオフガスは、オフガス出口22dから排出される。

【0033】一方、ケース22の右半分部分において、乾燥空気が導入される乾燥空気入口22cは、この乾燥空気入口22の一番近傍に配置された中空糸膜モジュール21Cにおける乾燥空気流入口21c1と連通している。また、中空糸膜モジュール21Cにおける乾燥空気流入口21d1と、真ん中の位置に配設された中空糸膜モジュール21Bにおける乾燥空気流入口21c1とが連通するように、中空糸膜モジュール21B、21Cが配設されている。また、中空糸膜モジュール21B、21Aも同様の位置関係にある。乾燥空気入口22cから一番遠い位置に配設された中空糸膜モジュール21Aにおける乾燥空気流入口21d1は、ケース22に形成された乾燥空気折り返し路22gに連通している。この乾燥空気折り返し路22gにおいて、乾燥空気が流通する方向が反転する。

【0034】また、ケース22における左半分部分では、乾燥空気折り返し路22gと中空糸膜モジュール21Aにおける乾燥空気流入口21c2が連通している。また、中空糸膜モジュール21Aにおける乾燥空気流出口21d2と、中空糸膜モジュール21Bにおける乾燥空気流入口21cとが向き合っている。また、中空糸膜モジュール21B、21Cも中空糸膜モジュール21A、21Bと同様の位置関係にある。

【0035】こうして、ケース22における乾燥空気入口22cから流入した乾燥空気は、中空糸膜モジュール21A、21B、21C内を経て乾燥空気折り返し路22gに流入する。この間、乾燥空気は、中空糸膜モジュール21A、21B、21C内において、中空糸膜束21b、21b、21bと直交する方向に流通する本発明の乾燥気体通路を構成するようになっている。また、乾

燥空気折り返し路22gで折り返した乾燥空気は、中空糸膜モジュール21A、21B、21C内において、同様に、中空糸膜束21b、21b、21bと直交する方向に沿って流通する。

【0036】次に、図3および図4を参照して本発明に係る加湿装置2の作用を説明する。図3に示すように、白矢印で示すオフガスは、ケース22のオフガス流入口22aから加湿装置2に流入する。ケース22に流入したオフガスは、オフガス入口通路22eを経由して中空糸膜モジュール21A、21B、21Cのオフガス入口21i、21i、21iに到達する。このオフガス入口21i、21i、21iを介して中空糸膜モジュール21A、21B、21C内に流入したオフガスは、中空糸膜束21b、21b、21bにおける各中空糸膜に向けて分岐し、その内側を流通する。

【0037】中空糸膜の内側を流通したオフガスは、各中空糸膜を抜け出てオフガス出口21j、21j、21jに到達してオフガス排出口21j、21j、21jから排出される。オフガス排出口21j、21j、21jから排出されたオフガスは、ケース22のオフガス出口通路22fを流通してオフガス流出口22bに到達する。その後、オフガスは、オフガス流出口22bから排出されて図1に示す後段の気液分離装置3に向かう。

【0038】一方、黒矢印で示す乾燥空気は、ケース22の乾燥空気流入口22cから加湿装置2に入り、乾燥空気流入口22cの一番近傍に配置された中空糸膜モジュール21Cの左半分側に形成された乾燥空気流入口21c1から、中空糸膜モジュール21Cの右半分側内に導入される。中空糸膜モジュール21Cの左半分側内に導入された乾燥空気は、中空糸膜モジュール21C内であって、中空糸膜の外側を短手方向に流通して乾燥空気排出口21d1から排出される。

【0039】いま、乾燥空気が中空糸膜モジュール21Cの短手方向に流通するのに対して、オフガスは中空糸膜モジュール21Cの長手方向に流通しており、乾燥気体とオフガスは直交しながら流通している。このため、乾燥気体はオフガスとの間で充分に水分交換を行うことができる。したがって、水回収率の向上に寄与するものである。

【0040】ここで、中空糸膜モジュール21C内は、右半分と左半分がポッティング部21fによって気密状態とされているので、乾燥空気が中空糸膜モジュール21C内で右側から左側に直接移動することはない。

【0041】乾燥空気が中空糸膜モジュール21C内を流通するとき、中空糸膜の外側を乾燥空気が流通し、中空糸膜の内側にはオフガスが流通しており、中空糸膜によってオフガスから水分が分離されている。この分離された水分によって、中空糸膜の外側を流通する乾燥空気が加湿されていく。

【0042】この点についてさらに説明すると、中空糸

膜の内側に水分を多く含有するオフガスを通流し、外側に相対的に水分を少ししか含有しない乾燥空気を通流する。すると、中空糸膜の内側ではオフガス中の水分が凝縮し、外側では乾燥空気によって水分が蒸発する。同時に、中空糸膜の内側から外側に向けて、内側で凝縮したオフガスの水分が毛管現象により供給される。これにより、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気の加湿が行われる。つまり、中空糸膜においては、中空糸膜の内側と外側を通流する気体の水分含有量の差を推進力として、水透過（水分離）が行われる。

【0043】中空糸膜モジュール21Cの乾燥空気排出口21d1から排出された乾燥空気は、真ん中に配置された中空糸膜モジュール21Bの乾燥空気流入口21c1から中空糸膜モジュール21B内に流入する。中空糸膜モジュール21B内では、中空糸膜モジュール21C内と同様にして水分交換が行われて、中空糸膜21Bにおける乾燥空気排出口21d1から排出される。中空糸膜モジュール21Bから排出された乾燥空気は同様にして中空糸膜モジュール21A内を通過して、中空糸膜モジュール21Aの乾燥空気排出口21d1から排出される。

【0044】中空糸膜モジュール21Aの乾燥空気排出口21d1から排出された乾燥空気は、ケース22における乾燥空気折り返し路22gに流れ込み、乾燥空気折り返し路22gにおいて流れ方向を反転させる。流れ方向を反転させられた乾燥空気は、中空糸膜モジュール21Aの左半分側に形成された乾燥空気流入口21c1から中空糸膜モジュール21Aの左半分側に流入する。

【0045】中空糸膜モジュール21Aの左半分側においても、右半分側と同様にして、中空糸膜モジュール21A内をその短手方向に通流して乾燥空気排出口21d2から排出される。ここで、オフガスは中空糸膜モジュール21Aの長手方向に通流している。したがって、オフガスと乾燥空気とは直交する方向に向いてそれぞれ通流しながら水分交換が行われて乾燥空気が加湿される。

【0046】このまま、中空糸膜モジュール21B、21Cのそれぞれ右半分を乾燥空気が通流して加湿され、加湿空気となって、加湿空気出口22dに一番近くに位置する中空糸膜モジュール21Cの乾燥空気排出口21d2から排出される。こうして、乾燥空気排出口21d2から排出された加湿空気は、ケース22における加湿空気出口22dから排出されて、図1に示す後段の気液分離装置3に供給される。

【0047】このようにして乾燥空気が中空糸膜モジュール21C、21B、21A内を通流することによってオフガスとの間で水分交換が行われ、乾燥空気が加湿空気となる。この過程において、乾燥空気は中空糸膜モジュール21C、21B、21Aの短手方向を向いて通流しているのに対して、オフガスは中空糸膜モジュール21C、21B、21Aの長手方向を向いて通流している

ので、乾燥空気とオフガスとは直交する方向に移動しながら水分交換が行われている。このため、中空糸膜の全体にわたってほぼ均等に乾燥気体が接触することができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0048】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図5(a)は、本発明の第2の実施形態に係る加湿装置の側断面図、(b)は、(a)のX-X線断面図、(c)は、(a)のY-Y線断面図である。

【0049】図5(a)ないし(c)に示すように、本実施形態に係る加湿装置30は、図5(b)および(c)に示すように、4本の中空糸膜モジュール31A～31Dを備えている。これらの中空糸膜モジュール31A～31Dは同一の構成を有する。中空糸膜モジュール31A～31Dは、それぞれ縦断面が正六角形である筒状のハウジング31aを有している。このハウジング31aには、多数、たとえば5000本の中空糸膜からなる中空糸膜束31bが収納されている。この中空糸膜束31bは、その軸中心方向がハウジング31aの長手方向に沿うようにして配設されている。

【0050】図5(a)においてハウジング31aの左側部分におけるハウジング31aの側面のうちの一面には、乾燥空気を流入する複数の乾燥空気流入口31c1、31c1…が形成されている。また、乾燥空気流入口31c1、31c1…が形成されている面に対向する面には、乾燥空気が流出する乾燥空気流出口31d1、31d1…が形成されている。また、これらの面と90°の角度をなす面にも、それぞれ乾燥空気流出口31d1、31d1…が形成されている。

【0051】また、図5(a)においてハウジング31aの左側部分におけるハウジング31aの側面のうちの乾燥空気流出口31d1、31d1…が形成されている面には、乾燥空気が流入する乾燥空気流入口31c2、31c2…が形成されている。さらに、図5(a)においてハウジング31aの左側部分におけるハウジング31aの側面のうちの乾燥空気流入口31c1、31c1…が形成されている面には、乾燥空気が流出する乾燥空気流出口31d2、31d2…が形成されている。なお、これらの乾燥気体流入口31c1、31c1…、31c2、31c2…および乾燥気体流出口31d1、31d1…、31d2、31d2…は、ハウジング31aにおけるそれぞれの一番外側に形成されているものは、前記第1の実施形態と同様、ハウジング31aの端部近傍に形成されている。

【0052】また、ハウジング31aに収納される中空糸膜束31bは、中空通路を有する水透過性の中空糸を数千本束ね、長手方向の一端部にポッティング部31e、中央部にポッティング部31f、他端部にポッティング部31gを設けるようにしてポッティングされている。

る。また、ハウジング31a、ポッティング部31e、31fで囲まれる部位における中空糸膜の外側、およびハウジング31a、ポッティング部31f、31gで囲まれる部位における中空糸膜の外側がそれぞれ気密状態に保たれている。こうして、中空糸膜の外側を通過する乾燥空気は、ハウジング31a内において、右側から左側に、あるいはその逆に直接移動することがないようにされている。このような中空糸膜モジュール31は、ハウジング31aに所定数の中空糸膜の束を挿通し、両端部近傍を接着剤で充分接着固定してポッティング部31e、31f、31gを形成した後、ハウジング31aの両端に沿って中空糸膜の束を切断除去することによって作成される。

【0053】このハウジング31aの他端部には、湿潤気体であるオフガスを導入するためのオフガス流入口31iが形成されているとともに、一端部には、オフガスが流出するオフガス流出口31jが形成されている。オフガス流入口31iから流入したオフガスは、ハウジング31aに収納された中空糸膜の内側を通過してオフガス流出口31jから流出するようになっている。

【0054】これらの4本の中空糸膜モジュール31A～31Dは、ケース32に収納されている。このケース32の他端部には、オフガスが流入するオフガス入口32aが形成され、他端部およびオフガス出口32bが形成されている。また、ケース32の一端部側には、乾燥気体である乾燥空気を流入する乾燥空気入口32cが設けられている。さらに、ケース32の他端部側には、乾燥空気が加湿されてなる乾燥空気流出口32dが設けられている。

【0055】また、オフガス入口32aには、中空糸膜モジュール31A～31Dのそれぞれ他端部が配置されており、それぞれの中空糸膜モジュール31A～31Dにおけるオフガス流入口31i、31i…に連通している。このオフガス入口32aから、オフガス流入口31i、31i…を通して各中空糸膜モジュール31A～31D内に収納された中空糸膜束31b、31b…の中空糸膜内にオフガスが流入する。中空糸膜の内側を通過したオフガスは、中空糸膜モジュール31A～31Dの一端部に形成されたオフガス流出口31j、31j…に流通する。オフガス流出口31j、31j…は、ケース32におけるオフガス出口32bと連通しており、オフガス流出口31j、31j…から流出したオフガスは、オフガス出口32bから排出される。

【0056】一方、ケース32の左半分部分において、乾燥空気が導入される乾燥空気入口32cには、中空糸膜モジュール31A～31Dにおける乾燥空気流入口31c1、31c1…が形成されている面がそれぞれ対面しており、これらの乾燥空気入口32cと乾燥空気流入口31c1、31c1…とが連通している。また、ケース32には、図5(b)および(c)に示すように、中

空糸膜モジュール31A～31Dに形成された乾燥空気流出口31d1、31d1…と連通する乾燥空気通路32e、32e、32eが3箇所形成されている。これらに乾燥気体通路32e、32e、32eによって、乾燥空気がケース32の左側から右側に流通するようになっている。

【0057】この乾燥気体通路32e、32e、32eは、中空糸膜モジュール31A～31Dの左側半分にそれぞれ形成された乾燥空気流入口31c2、31c2…と連通している。この乾燥空気流入口31c2、31c2…から流入した乾燥空気は、乾燥空気流出口31d2、31d2…から排出される。乾燥空気流出口31d2、31d2…は、ケース32における乾燥空気流出口32dに連通しており、乾燥空気流出口31d2、31d2…から排出された乾燥空気が加湿された加湿空気は、乾燥空気排出口32dから排出される。

【0058】かかる構成を有する第2の実施形態において、図5に示すように、白矢印で示すオフガスはケース32のオフガス流入口32aから加湿装置30に流入する。ケース32に流入したオフガスは、中空糸膜モジュール31A～31Dのオフガス入口31i、31i…に到達する。このオフガス入口31i、31i…を介して中空糸膜モジュール31～31D内に流入したオフガスは、中空糸膜束31b、31b…における各中空糸膜に向けて分岐し、その内側を流通する。

【0059】中空糸膜の内側を流通したオフガスは、各中空糸膜を抜け出てオフガス出口31j、31j…に到達してオフガス排出口31j、31j…から排出される。オフガス排出口31j、31j、31jから排出されたオフガスは、オフガス流出口32aから排出されて図1に示す後段の気液分離装置3に向かう。

【0060】一方、黒矢印で示す乾燥気体である乾燥空気は、ケース32の乾燥空気流入口32cから加湿装置2に入り、中空糸膜モジュール31A～31Dの右半分側に形成された乾燥空気流入口31c1、31c1…から、中空糸膜モジュール31A～31Dの右半分側内に導入される。中空糸膜モジュール31A～31Dの右半分側内に導入された乾燥空気は、中空糸膜モジュール31A～31D内であって、中空糸膜の外側を短手方向に流通して乾燥空気排出口31d1、31d1…から排出される。このとき、本実施形態においてもオフガスと乾燥空気との間で水分交換が行われるが、その原理は前記第1の実施形態と同様である。また、中空糸膜モジュール31A～31D内は、右半分と左半分がポッティング部31fによって気密状態とされているので、乾燥空気が中空糸膜モジュール31A～31D内で右側から左側に直接移動することはない。

【0061】このとき、本実施形態においては、前記第1の実施形態と同様、乾燥気体とオフガスは直交しながら流通している。このため、乾燥気体はオフガスとの間

で十分に水分交換を行うことができる。したがって、水回収率の向上に寄与するものである。

【0062】乾燥空気が中空糸膜モジュール31A～31D内を通流するとき、中空糸膜の外側を乾燥空気が通流し、中空糸膜の内側にはオフガスが通流しており、中空糸膜によってオフガスから水分が分離されている。この分離された水分によって、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気が加湿されていく。この原理については、前記第1の実施形態と同様である。

【0063】中空糸膜モジュール31A～31Dの乾燥空気排出口31d1、31d1…から排出された乾燥空気は、ケース32に形成された乾燥空気通路32e、32e、32eに通流する。乾燥空気通路32e、32e、32eを通流した乾燥空気は、図5(a)に示すケース32の左側から右側に移動する。ケース32の左側から右側に移動した乾燥空気は、中空糸膜モジュール31A～31Dにおける乾燥空気流入口31a2、31a2…から中空糸膜モジュール31A～31D内に流入する。中空糸膜モジュール31A～31Dの左半分側内に導入された乾燥空気は、中空糸膜モジュール31A～31D内であって、中空糸膜の外側を短手方向に通流して乾燥空気排出口31d2、32d…から排出される。ここでも乾燥空気とオフガスとは直交する方向に通流するので、十分に水分交換を行うことができるようになっていく。

【0064】中空糸膜モジュール31A～31Dにおいて加湿され、中空糸膜モジュール31A～31Dの右半分側に形成された乾燥空気流出口31d2、31d2から排出された加湿空気は、ケース32における加湿空気出口32dから排出されて、図1に示す後段の気液分離装置3に供給される。

【0065】このようにして、本実施形態においても、乾燥空気が中空糸膜モジュール31A～31Dの短手方向を向いて通流しているのに対して、オフガスは中空糸膜モジュール31A～31Dの長手方向を向いて通流しているので、乾燥空気とオフガスとは直交する方向に移動しながら水分交換が行われている。このため、中空糸膜の全体にわたってほぼ均等に乾燥気体が接触することができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0066】続いて、本発明の第3の実施形態について説明する。図6(a)は、第3の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その平断面図である。

【0067】図6に示すように、本実施形態に加湿装置40は、同一の構造である3本の中空糸膜東部材41A、41B、41Cを有しており、これら3本の中空糸膜東部材A、41B、41Cは、ケース42内に並列に配置されて収納されている。

【0068】これらの中空糸膜東部材41A、41B、

41Cは、数千本の中空糸膜からなる中空糸膜束41bを有しており、この中空糸膜内を湿潤気体でありオフガスが通流し、外側を乾燥気体が通流する。また、中空糸膜束部材41A、41B、41Cの長手方向の一端部にポッティング部41e、中央部にポッティング部41f、他端部にポッティング部41gを設けるようにして数千本の中空糸膜をポッティングして束ねている。これらのポッティング部41e、41f、41gはケース42と密着しており、ケース42とポッティング部41e、41fで囲まれる部位における中空糸膜の外側、およびケース42、ポッティング部41f、41gで囲まれる部位における中空糸膜の外側がそれぞれ気密状態に保たれている。こうして、中空糸膜の外側を通過する乾燥空気は、ケース42内において、右側から左側に、あるいはその逆に直接移動することがないようにされている。

【0069】この中空糸膜束部材41A、41B、41Cのそれぞれの一端部には、オフガスを導入するためのオフガス流入口41i、41i、41iが形成されているとともに、他端部には、オフガスが流出するオフガス流出口41j、41j、41jがそれぞれ形成されている。これらのオフガス流入口41iから流入したオフガスは、中空糸膜束部材41A、41B、41Cにおける中空糸膜の内側を通過してオフガス流出口41jから流出するようになっている。

【0070】また、図6(a)および(b)に示すように、3本の中空糸膜束部材41A、41B、41Cが収納されたケース42には、オフガスが流入するオフガス入口42aおよびオフガスが流出するオフガス出口42bが形成されている。さらに、ケース42には、乾燥空気を流入する乾燥空気入口42cおよび乾燥空気が加湿されてなる加湿空気が流出する加湿空気出口42dが形成されている。

【0071】また、図6(b)に示すように、オフガス入口42aは、オフガス入口通路42eに連通している。このオフガス入口通路42eには、中空糸膜束部材41A、41B、41Cのそれぞれの一端部が配置されており、オフガス入口通路42eには、中空糸膜モジュール41A、41B、41Cのオフガス流入口41i、41i、41iがそれぞれ連通している。このオフガス入口通路42eからは、中空糸膜束部材41A、41B、41Cにおける中空糸膜束41b、41b、41bの中空糸膜内にオフガスが流入する。

【0072】さらに、中空糸膜束部材41A、41B、41Cのそれぞれ端部側には、オフガス出口通路42fが形成されており、中空糸膜束部材41A、41B、41Cのオフガス流出口41j、41j、41jはオフガス出口通路42fに連通している。中空糸膜束部材41A、41B、41Cのそれぞれにおける中空糸膜束41b、41b、41bを形成する中空糸膜の内部を通流したオフガスは、オフガス出口通路42fへと通流する。

また、オフガス出口通路42fはオフガス出口42dに連通しており、オフガス出口通路42fを流通したオフガスは、オフガス出口42dから排出される。

【0073】一方、ケース42の右半分部分において、乾燥空気が導入される乾燥空気入口42cが、この乾燥空気入口42cの一番近傍に配置された中空糸膜東部材41Cに連通している。そして、乾燥空気が中空糸膜東部材41Cの短手方向に流通して、真ん中の中空糸膜東部材41Bに到達する。続いて、同様にして中空糸膜東部材41Bを流通し、乾燥空気入口42cから一番遠い位置に配設された中空糸膜東部材41Aを流通する。乾燥空気入口42cから一番遠い位置に配設された中空糸膜東部材41Aは、ケース42に形成された乾燥空気折り返し路42gに連通しており、中空糸膜東部材41Aを流通した乾燥空気は、乾燥空気折り返し路42gに到達する。この乾燥空気折り返し路42gにおいて、乾燥空気が流通する方向が反転する。

【0074】また、ケース42における左半分部分においては、乾燥空気折り返し路42gが中空糸膜東部材41Aに連通している。そして、乾燥空気が中空糸膜東部材41Aの短手方向に流通して、隣の中空糸膜東部材41Bに到達する。続いて、同様にして中空糸膜東部材41B、41Cの短手方向に乾燥空気が流通して、乾燥空気入口42cに一番近い位置に配設された中空糸膜東部材41Cに到達する。乾燥空気入口42cに一番近い位置に配設された中空糸膜東部材41Cは、ケース42に形成された加湿空気42dに連通している。そして、中空糸膜東部材41Cを流通した乾燥空気は、中空糸膜東部材41C、41B、41Aを流通することによって加湿されて加湿空気となってケース42における加湿空気出口42dから排出される。

【0075】かかる構成を有する第3の実施形態において、図6に示すように、白矢印で示すオフガスは、ケース42のオフガス入口42aから加湿装置40に流入する。ケース42に流入したオフガスは、ケース42に流入したオフガスは、オフガス入口通路42eを経由して中空糸膜東部材41A、41B、41Cのオフガス入口41i、41i、41iに到達する。このオフガス入口41i、41i、41iを介して中空糸膜東部材41A、41B、41C内に流入したオフガスは、中空糸膜東41b、41b、41bにおける各中空糸膜に向けて分岐し、その内側を流通する。

【0076】中空糸膜の内側を流通したオフガスは、各中空糸膜を抜け出てオフガス出口41j、41j、41jに到達してオフガス出口41j、41j、41jから排出される。オフガス出口41j、41j、41jから排出されたオフガスは、ケース42のオフガス出口通路42fを流通してオフガス入口42bに到達する。その後、オフガスは、オフガス入口42bから排出されて図1に示す後段の気液分離装置3に向かう。

【0077】一方、黒矢印で示す乾燥空気は、ケース42の乾燥空気入口42cから加湿装置40に入り、乾燥空気入口42cの一番近傍に配置された中空糸膜東部材41Cの右半分側を流通して真ん中の中空糸膜東部材41Bに到達する。乾燥空気が中空糸膜東部材41Cを通過する際、乾燥空気は、ケース42およびポッティング部41f、41gに囲まれた部分であって、中空糸膜に外側を通ずる。このとき、本実施形態においてもオフガスと乾燥空気との間で水分交換が行われるが、その原理は前記第1の実施形態と同様である。また、中空糸膜東部材41C内は、右半分と左半分がポッティング部41fによって気密状態とされているので、乾燥空気が中空糸膜東部材41Cにおいて右側から左側に直接移動することはない。

【0078】このとき、本実施形態においても、乾燥空気が中空糸膜東部材41Cの短手方向に流通するのに対して、オフガスは中空糸膜東部材41Cの長手方向に流通しており、前記第1の実施形態と同様、乾燥気体とオフガスは直交しながら流通している。このため、乾燥気体はオフガスとの間で十分に水分交換を行うことができる。したがって、水回収率の向上に寄与するものである。

【0079】続いて、本発明の第4の実施形態について説明する。図7(a)は、本発明の第4の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。図7に示すように、本実施形態に係る加湿装置50は、中空糸膜東部材51と、この中空糸膜東部材51をが収納されたケース52を有している。

【0080】中空糸膜東部材51は、図示しないポッティング部によって数千本の中空糸膜を束ね、両端をポッティングして形成されている。また、ケース52の一端部側の上方位置には、オフガスをケース52内に導入するオフガス入口52aが設けられており、ケース52の他端部側の下方位置には、オフガスをケース52から排出するオフガス出口52bが形成されている。さらに、ケース52の他端部側におけるオフガス出口52bが設けられている位置の上方には、乾燥空気をケース52内に流入する乾燥空気入口52cが設けられており、ケース52の一端部側におけるオフガス入口52aの下方には、乾燥空気が加湿されてなる加湿空気を排出する加湿空気出口52dが設けられている。中空糸膜東部材51は、乾燥空気入口52cおよび加湿空気出口52dに挟まれる形で配設されている。したがって、中空糸膜東部材51は、ケース52内において、左上（一端部側上方）から右下（他端部側下方）に向けて、ケース52を斜めに横切るようにして配設されている。

【0081】また、中空糸膜東部材51における一端部側のポッティング部は、ケース52におけるオフガス入口52aに密着するように形成されており、中空糸膜東部材51における他端部側におけるポッティング部は、

ケース52におけるオフガス出口52dに密着するように形成されている。さらに、中空糸膜部材51における一端部側には、図示しないオフガス流入口が形成されており、他端部側にはやはり図示しないオフガス流出口が形成されている。

【0082】他方、ケース52内に配設されている中空糸膜束部材51の側方には、中空糸膜束部材51の長手方向に沿って隔壁部材52eが配設されている。この隔壁部材52eは、ケース52内の上下部分がそれぞれ気密状態を維持するようにしながらケース52内を仕切っている。そして、ケース52の上方に導入された乾燥空気は、中空糸膜束部材51を通流することなくケース52内の上方から下方へ移動することができないようになっている。

【0083】本実施形態においては、白矢印で示すオフガスは、ケース52におけるオフガス入口52aからケース52内に導入される。ケース52内に導入されたオフガスは、中空糸膜束部材51の一端部側における図示しないオフガス流入口を介して中空糸膜束部材51内に導入される。

【0084】中空糸膜束部材51内に導入されたオフガスは、中空糸膜束部材51における中空糸膜束の内側に分配され、中空糸膜内を通流して中空糸膜束部材51の他端部側における図示しないオフガス流出口に到達する。中空糸膜束部材51の他端部側におけるオフガス流出口に到達したオフガスは、ケース52におけるオフガス出口52bに通流し、オフガス出口52bから排出されて図1に示す後段の気液分離装置3に向かう。

【0085】一方、黒矢印で示す乾燥空気は、ケース52における乾燥空気流入口52cからケース52内に導入される。乾燥空気流入口52cは、ケース52における上方に設けられているので、乾燥空気はケース52内の上方に導入される。ケース52内の上方に導入された乾燥空気は、中空糸膜束部材51における中空糸の外側を通流して、ケース52内の下方位置に移動する。乾燥空気が中空糸膜束部材51を通過する際、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気は、中空糸膜の内側を通流するオフガスとの間で水分交換が行われて、加湿されて加湿空気となる。乾燥空気が加湿される原理は、前記第1の実施形態と同様である。

【0086】このとき、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気が通流する方向は、中空糸膜内を通流するオフガスが通流する方向と交差する方向とされている。本実施形態では、中空糸膜束部材51が水平角度となす角度を規定しても、オフガスが通流する方向と乾燥気体が通流する方向のなす角度が明確に規定されるわけではない。しかし、乾燥気体が通流する方向は、少なくともオフガスが通流する方向と平行ではないので、オフガスが通流する方向と乾燥気体が通流する方向は、本発明にいう「交差する方向」に該当するものである。

【0087】このようにして乾燥空気がケース52内における中空糸膜束部材51を通流することによってオフガスとの間で水分交換が行われ、乾燥空気が加湿空気となる。この過程において、乾燥空気とオフガスとは交差する方向に移動しながら水分交換が行われている。このため、中空糸膜の全体にわたってほぼ均等に乾燥気体が接触することができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0088】次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図8(a)は、本発明の第5の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。図8に示すように、本実施形態に係る加湿装置60は、中空糸膜束部材61と、この中空糸膜束部材61が収納されたケース62を有している。また、ケース62の内部であって、中空糸膜束部材61が配置されている位置の上方には、多数の空気孔が形成されたパンチングプレート63が配設されている。

【0089】中空糸膜束部材61は、図示しないポッティング部によって数千本の中空糸膜を束ね、両端をポッティングして形成されている。また、ケース62の一端部側の高さ方向中央位置には、オフガスをケース62内に導入するオフガス入口62aが設けられており、ケース62の他端部側の高さ方向中央位置には、オフガスをケース62から排出するオフガス出口62bが形成されている。さらに、ケース62の他端部側におけるオフガス出口62bが設けられている位置の上方には、乾燥空気をケース62内に流入する乾燥空気入口62cが設けられており、ケース62の一端部側におけるオフガス入口62aの下方には、乾燥空気が加湿されてなる加湿空気を排出する加湿空気出口62dが設けられている。中空糸膜束部材61は、これらの乾燥空気入口62cおよび加湿空気出口62dに挟まれる形で配設されている。したがって、中空糸膜束部材61は、長手方向がほぼ水平となるようにして配設されている。

【0090】また、中空糸膜束部材61における一端部側のポッティング部は、ケース62におけるオフガス入口62aに密着するように形成されており、中空糸膜束部材61における他端部側におけるポッティング部は、ケース62におけるオフガス出口62bに密着するように形成されている。さらに、中空糸膜束部材61における一端部側には、図示しないオフガス流入口が形成されており、他端部側にはやはり図示しないオフガス流出口が形成されている。

【0091】他方、ケース62内に配設されている中空糸膜束部材61の側方には、中空糸膜束部材61の長手方向に沿って隔壁部材62eが配設されている。この隔壁部材62eは、ケース62内の上下部分がそれぞれ気密状態を維持するようにしながらケース62内を仕切っている。そして、ケース62の上方に導入された乾燥空

気は、中空糸膜東部材61を通流することなくケース62内の上方から下方へ移動することができないようになっている。

【0092】また、ケース62内に配設されている中空糸膜東部材61の上方には、パンチングプレート63が配設されている。このパンチングプレート63には、多数の空気孔63a、63a…が形成されている。これらの空気孔63a、63a…は、中空糸膜東部材61の長手方向に離間して形成されている。また、これらの空気孔のうち、最端部に形成されているものは、ケース62における側壁近傍に形成されている。このパンチングプレート63によって、ケース62の上方に導入された乾燥空気が下降する際に、中空糸膜東部材61の長手方向にほぼ均一となるように乾燥空気が分散される。

【0093】本実施形態においては、白矢印で示すオフガスは、ケース62におけるオフガス入口62aからケース62内に導入される。ケース62内に導入されたオフガスは、中空糸膜東部材61の一端部側における図示しないオフガス流入口を介して中空糸膜東部材61内に導入される。

【0094】中空糸膜東部材61内に導入されたオフガスは、中空糸膜東部材61における中空糸膜東の内側に分配され、中空糸膜の内側を通流して中空糸膜東部材61の他端部側における図示しないオフガス流出口に到達する。中空糸膜東部材61の他端部側におけるオフガス流出口に到達したオフガスは、ケース62におけるオフガス出口62bに通流し、オフガス出口62bから排出されて図1に示す後段の気液分離装置3に向かう。

【0095】一方、黒矢印で示す乾燥空気は、ケース62における乾燥空気流入口62cからケース62内に導入される。乾燥空気流入口62cは、ケース62における上方に設けられているので、乾燥空気はケース62内の上方に導入される。ケース62内の上方に導入された乾燥空気は、パンチングプレート63に沿って水平方向に移動するとともに、パンチングプレート63に形成された空気孔63a、63a…を通して順次下降する。このパンチングプレート63によって、乾燥空気は、水平方向に均一に拡散される。

【0096】パンチングプレート63における空気孔63a、63a…を介して通流した乾燥空気は、そのまま下降して中空糸膜東部材61に導入され、中空糸膜東部材61中空糸の外側を通流して、ケース62内の下方位置に移動する。乾燥空気が中空糸膜東部材61を通過する際、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気は、中空糸膜の内側を通流するオフガスとの間で水分交換が行われて、加湿されて加湿空気となる。乾燥空気が加湿される原理は、前記第1の実施形態と同様である。

【0097】このとき、中空糸膜の外側を通流する乾燥空気が通流する方向は、中空糸膜内を通流するオフガスが通流する方向と直交する方向とされている。

【0098】このようにして乾燥空気がケース62内における中空糸膜東部材61を通流することによってオフガスとの間で水分交換が行われ、乾燥空気が加湿空気となる。この過程において、乾燥空気とオフガスとは交差する方向に移動しながら水分交換が行われている。しかも、パンチングプレート63の作用によって、乾燥空気が水平方向にほぼ均一に拡散する。このため、中空糸膜の全体にわたってほぼ均等に乾燥空気が接触することができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0099】さらに、本発明の第6の実施形態について説明する。図9(a)は、本発明の第6の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。図9に示すように、本実施形態に係る加湿装置70は、4本の中空糸膜東部材71、71…と、これらの中空糸膜東部材71、71…が収納されたケース72を有している。

【0100】4本の中空糸膜東部材71は、同一の構造を有しており、図示しないポッティング部によって数千本の中空糸膜を束ね、両端をポッティングして形成されている。また、ケース72の一端部側の高さ方向中央位置には、オフガスをケース72内に導入する4つのオフガス入口72a、72a…が設けられている。一方、ケース72の他端部側の高さ方向中央位置には、オフガスをケース72から排出する4つのオフガス出口72b、72b…が形成されている。さらに、ケース72の他端部側におけるオフガス出口72b、72b…が設けられている位置の上方には、乾燥空気をケース72内に流入する乾燥空気入口72c、72c…が設けられており、ケース72の一端部側におけるオフガス入口72a、72a…の下方には、乾燥空気が加湿されてなる加湿空気を排出する加湿空気出口72d、72d…が設けられている。中空糸膜東部材71、71…は、これらの乾燥空気入口72c、72c…および加湿空気出口72d、72d…に挟まれる形で配設されている。したがって、中空糸膜東部材71、71…は、長手方向がほぼ水平となるようにして配設されている。

【0101】また、中空糸膜東部材71、71…における一端部側のポッティング部は、ケース72におけるオフガス入口72a、72a…にそれぞれ密着するように形成されている。一方、中空糸膜東部材71、71…における他端部側におけるポッティング部は、ケース72におけるオフガス出口72b、72b…に密着するように形成されている。さらに、中空糸膜東部材71、71…における一端部側には、図示しないオフガス流入口が形成されており、他端部側にはやはり図示しないオフガス流出口が形成されている。

【0102】他方、ケース72内において中空糸膜東部材71、71…は、水平方向に並列に配設されており、

これらの中空糸膜東部材 71, 71…の間および両端 b に配設された中空糸膜部材 71, 71…とケース 72 の間には、隔壁部材 72e が配設されている。この隔壁部材 72e は、ケース 72 内の上下部分がそれぞれ気密状態を維持するようにしながらケース 72 内を仕切っている。そして、ケース 72 の上方に導入された乾燥空気は、中空糸膜東部材 71, 71…を通過することなくケース 72 内の上方から下方へ移動することができないようになっている。

【0103】本実施形態においては、白矢印で示すオフガスは、ケース 72 におけるオフガス入口 72a からケース 72 内に導入される。ケース 72 内に導入されたオフガスは、中空糸膜東部材 71, 71…の一端部側における図示しないオフガス流入口を介して中空糸膜東部材 71, 71…内に導入される。

【0104】中空糸膜東部材 71, 71…内に導入されたオフガスは、中空糸膜東部材 71, 71…における中空糸膜東の内側に分配され、中空糸膜の内側を通過して中空糸膜東部材 71, 71…の他端部側における図示しないオフガス流出口に到達する。中空糸膜東部材 71, 71…の他端部側におけるオフガス流出口に到達したオフガスは、ケース 72 におけるオフガス出口 72b, 72b…に通過し、オフガス出口 72b, 72b…から排出される。その後、図示しない管路によって集められ、図 1 に示す後段の気液分離装置 3 に向かう。

【0105】一方、黒矢印で示す乾燥空気は、ケース 72 における乾燥空気流入口 72c, 72c…からケース 72 内に導入される。乾燥空気流入口 72c, 72c…は、ケース 72 における上方に設けられているので、乾燥空気はケース 72 内の上方に導入される。ケース 72 内の上方に導入された乾燥空気は、中空糸膜東部材 71, 71…における中空糸の外側を通過して、ケース 72 内の下方位置に移動する。乾燥空気が中空糸膜東部材 71, 71…を通過する際、中空糸膜の外側を通過する乾燥空気は、中空糸膜の内側を通過するオフガスとの間で水分交換が行われて、加湿されて加湿空気となる。乾燥空気が加湿される原理は、前記第 1 の実施形態と同様である。

【0106】このとき、中空糸膜の外側を通過する乾燥空気が通過する方向は、中空糸膜内を通過するオフガスが通過する方向と交差する方向とされている。なお、この「中空糸膜内を通過するオフガスが通過する方向と交差する方向」は、前記第 4 の実施形態と同様の意義を有する。

【0107】このようにして乾燥空気がケース 72 内における中空糸膜東部材 71, 71…を通過することによってオフガスとの間で水分交換が行われ、乾燥空気が加湿空気となる。この過程において、乾燥空気とオフガスとは交差する方向に移動しながら水分交換が行われている。このため、中空糸膜の全体にわたってほぼ均等に乾

燥空気が接触することができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0108】以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は前記の各実施形態に限定されるものではない。たとえば、ハウジング内においてオフガスと乾燥空気を向流となるように通過させているが、並流となるように通過させる態様とすることもできる。

【0109】このとき、乾燥空気とオフガスを向流とするメリットとしては、中空糸膜内の温度濃度差を均一化することができるので、水透過効率が向上することが挙げられる。また、気体の入口と出口が対向することになるので、ガス配管のレイアウト性が向上する。さらには、中空糸膜による熱交換効率が良くなるので、ガスの冷却性能が向上する。しかも、熱交換率が高いので、乾燥空気の出口の温度をオフガスの出口の温度に合わせやすいため、温度調節が容易となる。したがって、燃料電池へ供給する空気の湿度を管理しやすくなる。

【0110】ここで、加湿装置が有する温度調節機能について補足する。例えば、スーパーチャージャなどの空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は、おおよそ 30℃（燃料電池のアイドリング時）～120℃（燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。一方、燃料電池は温度調節下約 80℃で運転され、80℃+ α 程度のオフガスが排出される。このオフガスと空気圧縮機で圧縮された乾燥空気を加湿装置に通過すれば、中空糸膜において水分移動とともに熱移動も起こり、乾燥空気はオフガスに近い温度（つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度）の加湿空気になって燃料電池に供給される。即ち、乾燥空気は、燃料電池のアイドリング時などの低出力時には加湿装置により加湿および加温されて燃料電池に供給され、燃料電池の最高出力時などの高出力時には加湿装置により加湿および冷却され、安定した温度範囲の加湿空気として燃料電池に供給される。したがって、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができ、燃料電池の発電効率が高くなる。

【0111】また、空気圧縮機の吐出側にインタークーラが取り付けられる場合は、空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は冷却（又は加温）され、おおよそ 50℃（燃料電池のアイドリング時）～60℃（燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。このインタークーラを通過した乾燥空気をオフガス（80℃+ α ）が通過する加湿装置に通過すれば、乾燥空気は、中空糸膜において加湿および温度調節（加温）されオフガスに近い温度、つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度範囲の加湿空気になって燃料電池に供給される。したがって、インタークーラが取り付けられた場合も、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができ、燃料電池の発電効率が高くなる。

【0112】一方、乾燥空気とオフガスを並流とするメリットとしては、乾燥空気とオフガスが入口部分で温度濃度差が高いため、加湿効率が向上するため、中空糸膜自体の全長を短縮できるので、装置の小型化に寄与することが挙げられる。また、装置を小型化できるので、中空糸を整理させて束ねることが容易となり、これらのことにより、コストの低減に寄与する。さらには、乾燥空気の熱交換率が低くなるので、高出力時に燃料電池に供給するガス温度を高め設定することができる。したがって、燃料電池の効率を向上させることができる。

【0113】また、前記第3から第6の実施形態においては、中空糸膜束部材をそのままケースに配設しているが、中空糸膜束部材をハウジングに収納し、ハウジングの側面に複数の乾燥空気流入口および乾燥空気排出口を設け、このハウジングをケースの中に配設する態様とすることもできる。

【0114】さらに、中空糸膜モジュールなどのハウジング内における乾燥空気（加湿空気）が通流する部分に水分が凝縮して水溜りを生じると、中空糸膜の外側の表面積を有効に活用することができなくなるおそれがある。したがって、ハウジング内に水溜りが生じないように、中空糸膜モジュールなどの下方からも、加湿空気を抜き出せるようにしておくのが好ましい。このようにすることで、凝縮した水を加湿空気とともに容易にハウジング内から抜き出すことができ、水溜りの発生を防止する。なお、抜き出した水は、キャッチタンクなどにより捕集し、他の系に廻すなどして再利用するのが好ましい。

【0115】

【発明の効果】以上のとおり、本発明のうちの請求項1に係る発明によれば、ハウジングの端部から中央部にわたって全体的に均等に湿潤気体と乾燥気体との間で水分交換を行うことができる。したがって、中空糸膜全体から効率よく水分を回収することができるので、水回収率を向上させることができる。

【0116】請求項2に係る発明によれば、湿潤気体と乾燥気体が直交する方向を向いて通流している。このように、湿潤気体と乾燥気体が直交する方向を向いて通流しているため、中空糸膜の長手方向の端部から中央部にわたって全体的にさらに均等に湿潤気体と乾燥気体との間で水分交換を行うことができる。したがって、全体としての水回収率をさらに向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃料電池システムの全体構成図である。

【図2】燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図3】(a)は、本発明に係る加湿装置を示す斜視図、(b)は、その平面断面図である。

【図4】本発明に係る加湿装置における中空糸膜モジュールの斜視図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る加湿装置の側断面図、(b)は、(a)のX-X線断面図、(c)は、(a)のY-Y線断面図である。

【図6】(a)は、第3の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その平面断面図である。

【図7】(a)は、本発明の第4の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。

【図8】(a)は、本発明の第5の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。

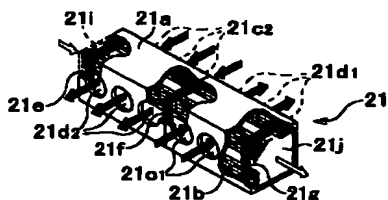
【図9】(a)は、本発明の第6の実施形態に係る加湿装置の斜視図、(b)は、その縦断面図である。

【図10】従来の加湿装置の側断面図である。

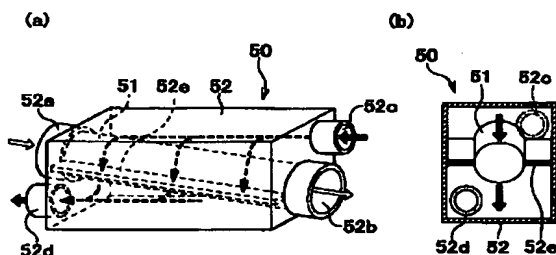
【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 加湿装置
- 21a ハウジング
- 21b 中空糸膜束
- 21c1, 21c2 乾燥空気流入口
- 21d1, 21d2 乾燥空気流出口
- 21i オフガス流入口
- 21j オフガス流出口

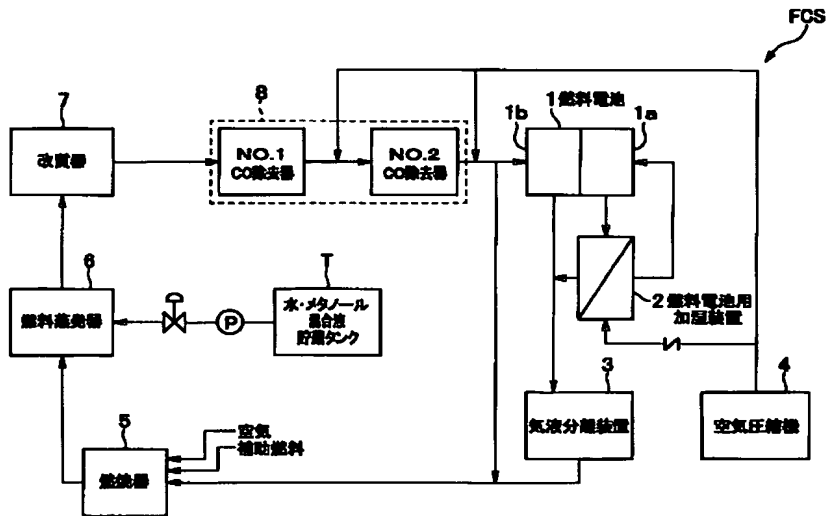
【図4】



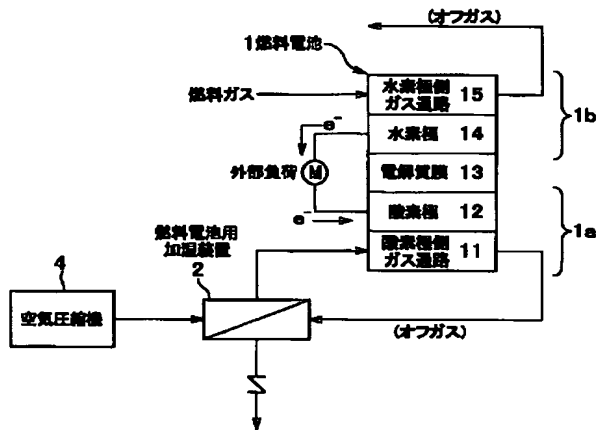
【図7】



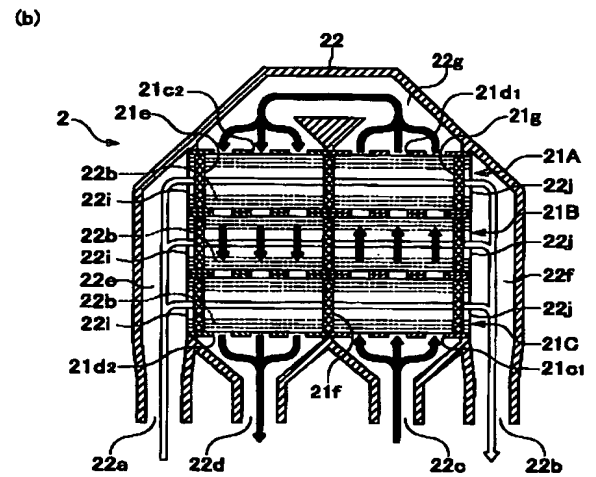
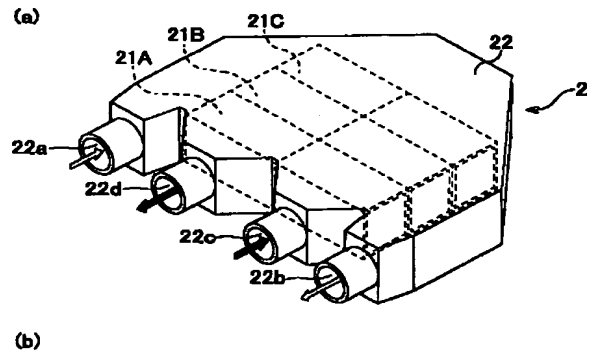
【図1】



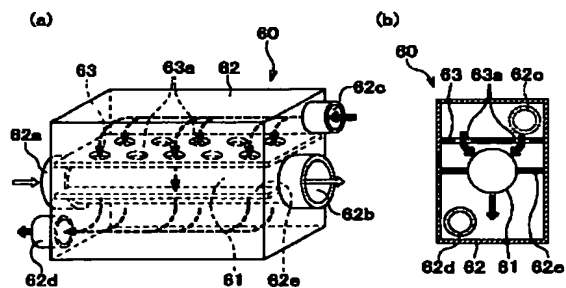
【図2】



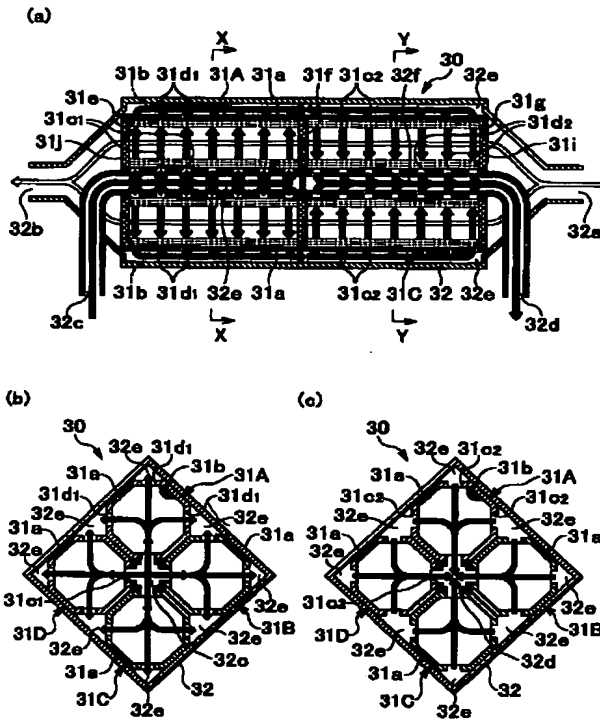
【図3】



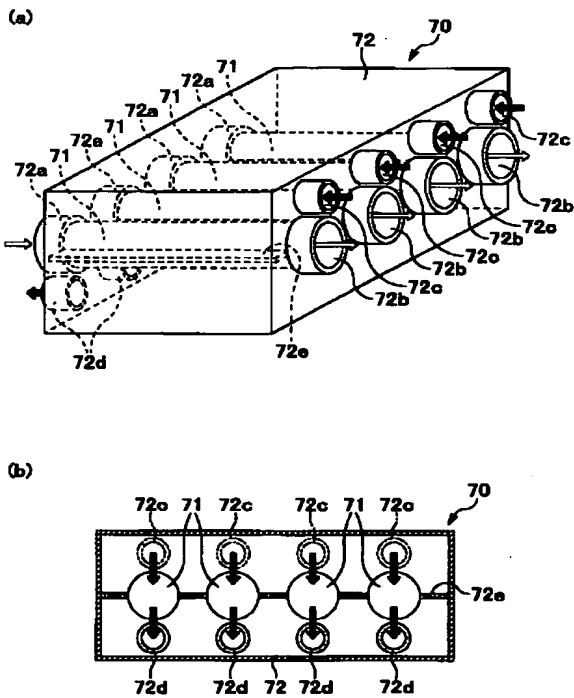
【図8】



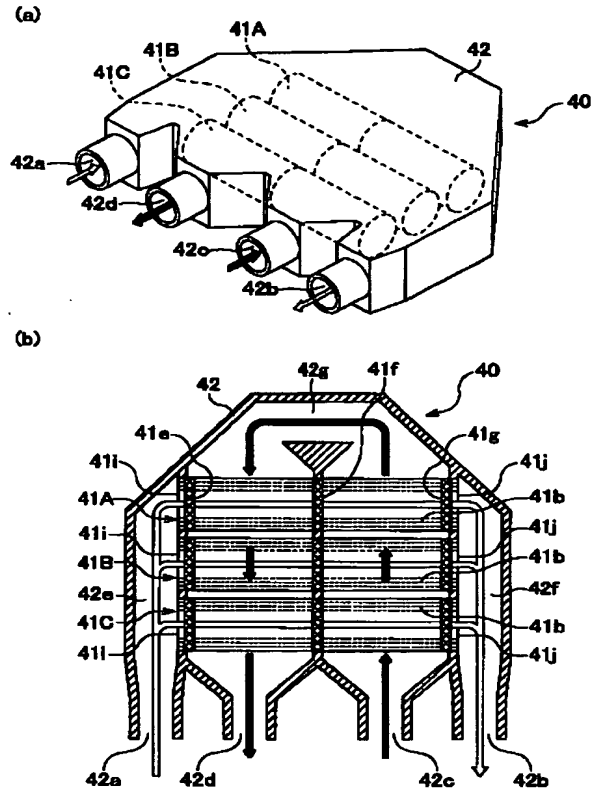
【図5】



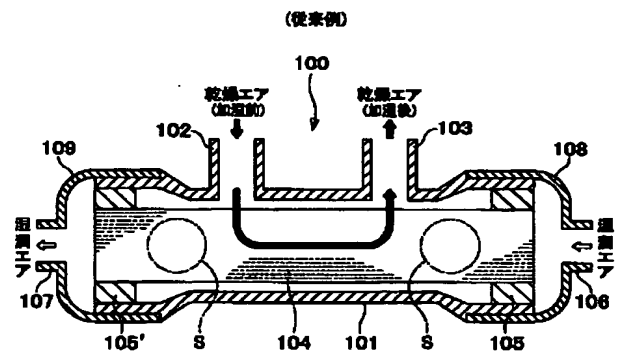
【図9】



【図6】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
// H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	K

(72)発明者 鈴木 幹浩
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 草野 佳夫
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3L055 AA10 BA01 DA01 DA05
4D006 GA41 HA02 HA19 JA14A
JA18A JA25A JA29A JA33A
KA17 KA67 KE16Q MA01
PA10 PB17 PB18 PB19 PB65
PC80
5H027 AA06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.